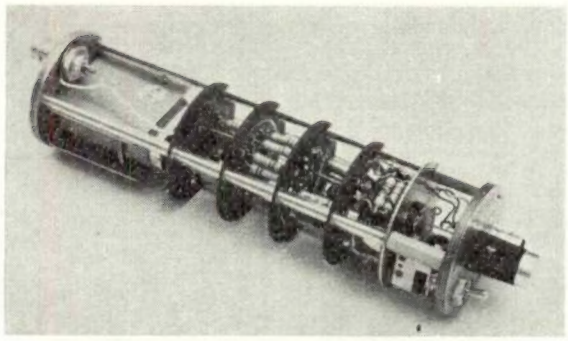


Fig. 3 — Aspecto interior do amplificador

4 — RETARDADOR DE IMPULSOS DE DISPARO

O retardador de impulsos de disparo será apenas utilizado quando, por condicionalismos locais, houver necessidade de trabalhar com distâncias do tiro aos geofones muito maiores que o espaçamento entre eles. Nestas circunstâncias pode acontecer que, para a base de tempo conveniente, a chegada da onda sísmica ocorra depois de terminado o varrimento, tornando-se então necessário atrasar o disparo do osciloscópio.

O circuito do retardador, muito simples, é bàsicamente um monoestável com constante de tempo variável, que, actuado pelo impulso do explosor, dá à saída um

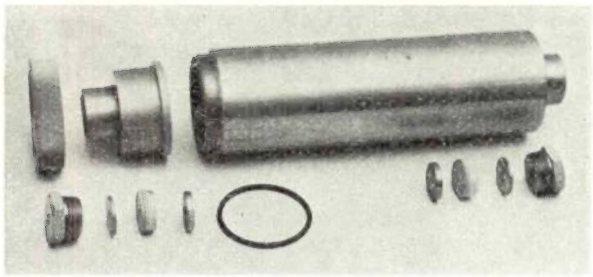


Fig. 4 — Aspecto da blindagem estanque

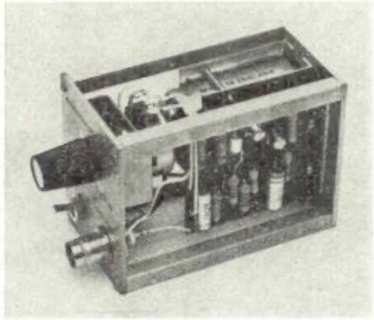


Fig. 5 — Aspecto do retardador de impulsos

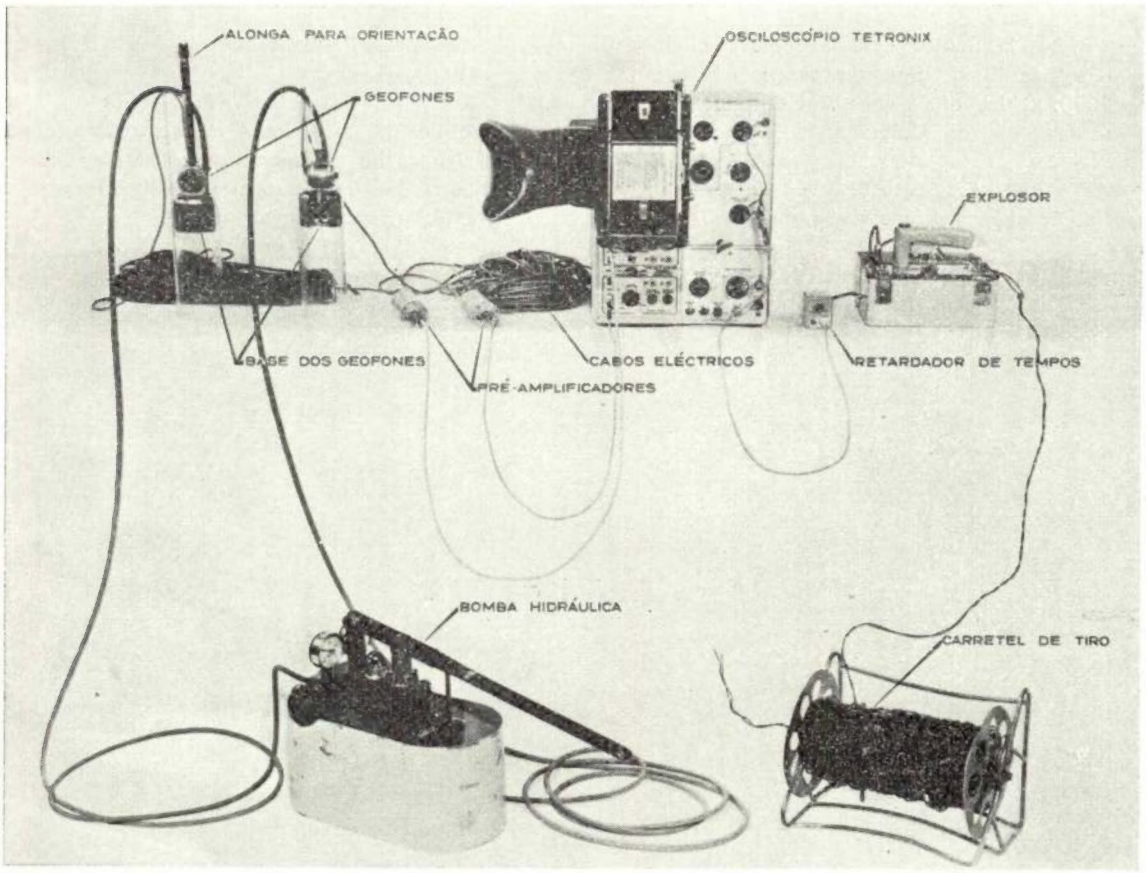


Fig. 6 — Equipamento para ensaios microssísmicos

sinal com a forma e a amplitude convenientes para o disparo do osciloscópio. O atraso pode ser regulado contìnuamente entre 1 e 10 milissegundos, aproximadamente.

Na figura 5 apresenta-se um aspecto do aparelho.

5 — APLICAÇÕES EFECTIVADAS

O conjunto de aparelhagem utilizado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil nos ensaios microssísmicos é o da figura 6 e inclui, além das unidades anteriormente mencionadas, duas bases para fixação de geofones em furos de sondagens, comandadas hidràulicamente [2].

Na figura 7 pode ver-se um registo dum sinal sísmico, obtido com esse equipamento. Os instantes de chegada são relativamente bem definidos, o que acontece numa percentagem satisfatória de registos.

Além dos trabalhos preliminares que tiveram por objectivo o teste da aparelhagenm e o afinamento da técnica operatória, efectivaram-se várias aplicações entre as quais destacamos as que visaram estudos das rochas de fundação das barragens de Alqueva e do Carrapatelo [3].

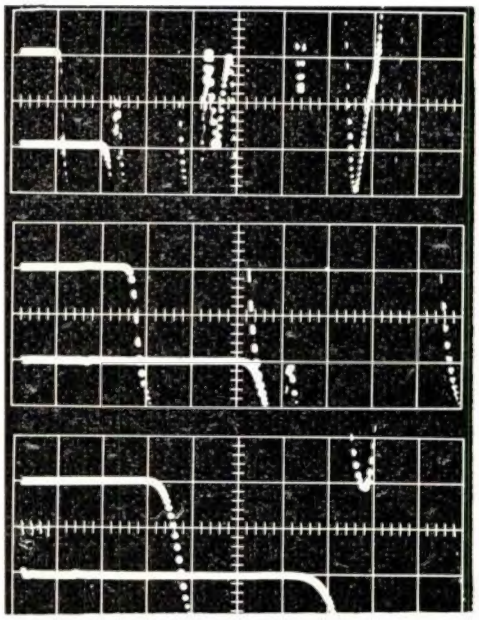


Fig. 7 — Registo obtido num ensaio microssísmico

BIBLIOGRAFIA

[1] — OBERT, LEONARD — Seismic tests at the Pre-Gondola II and Buggy sites, final report, May 1969. Office of Science Adviser — Mining Research, Denver, Colorado.

[2] — AZEVEDO, F. SCHIAPPA — Dispositivo para fixação dum geofone em furos de 76 mm de diâmetro. Relatório interno do LNEC, Lisboa, 1969.

[3] — ESTEVES, J. MOURA — Controle pelo método sísmico do tratamento da rocha de fundação da barragem do Carrapatelo. Relatório interno do LNEC, Lisboa 1969.

C. D. U. 624.072.2 : 531.213

VIGAS DE EIXO ORTOQUEBRADO COM APOIOS DESNIVELADOS

por J. S. BRASÃO FARINHA

SUMÁRIO

Considera-se a viga quebrada ortogonalmente, de ressaltos todos iguais, pràticamente utilizável em bancadas, escadas e elementos resistentes com condicionamento desigual de pé direito, ou equivalente, dentro do vão. O problema é resolvido em várias hipóteses de sustentação, por aplicação do teorema de Castigliano(*), considerando a actuação de cargas uniformemente distribuídas e de cargas concentradas iguais, em todos os vértices.

SYNOPSIS

This paper presents the orthopolygonal beam with n steps, as a cantilever, a simply or a fixed - end supported beam, bearing an uniforme load or (n — 1) concentrated forces. Values of bending moments, reactions, deflections, stiffness and carry - over factor. Some examples are shown.

As vigas aqui consideradas são as constituídas por n trechos horizontais todos iguais entre si, (em camprimento e em momento de inércia) e (n — 1) trechos verticais, também iguais entre si, podendo estes últimos serem ou não iguais aos elementos horizontais.

Cada trecho horizontal alterna com outro vertical, e consideram-se os casos das vigas em balanço, simplesmente apoiadas, e apoiadas com encastramento num ou nos dois apoios.

1 — VIGA EM BALANÇO

1.1 — Actuação da carga uniformemente distribuída, g

Nos trechos horizontais

$$T = gx;\ N = 0;\ M = -\frac{gx^2}{2};$$

$$M_{2-1} = -\frac{gl^2}{2}$$

Nos trechos verticais

$$T = 0;\ N = gx;\ M = -\frac{gx^2}{2}$$

tomando, neste 2.° caso a variável x, sucessivamente, os

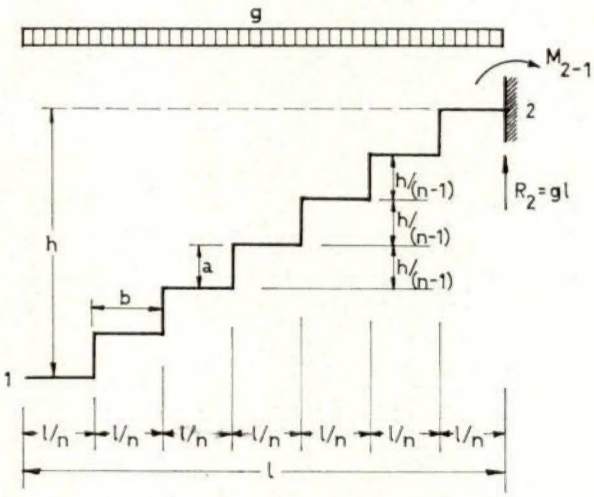


Fig. 1 — Consola de eixo quebrado em n degraus, sujeita à acção de uma carga uniformemente distribuída no vão

valores $\frac{l}{n}, \frac{2\,l}{n}, \frac{3\,l}{n} \ldots\ldots \frac{i\,l}{n} \ldots\ldots \frac{(n-1)}{n}\,l$, uma vez que o número de trechos verticais é igual ao número n de trechos horizontais menos 1. Portanto T, N, M, ao longo de cada um dos trechos verticais, considerado isoladamente, tem valor constante, variando, no entanto, de uns trechos para os outros.

(*) J. S. Brasão Farinha, «Cálculo de Estruturas Hiperestáticas», Técnica n.° 235, Outubro de 1953.
J. S. Brasão Farinha, «Escada Aligeirada de Lanços Rectos», Fomento, Janeiro-Março 1971.

A componente vertical da flecha na extremidade livre determina-se, de acordo com o 1.º teorema de Castigliano(*), através da expressão:

$$f = \int_{o}^{(l+h)} \frac{MM'}{EI} ds$$

em que $M' = -x$, (ao longo de todo o comprimento da viga), momento da carga $F = 1$ concentrada na extremidade livre da consola, secção em relação à qual se pretende determinar a flecha, O valor do limite superior $(l + h)$ do integral significa que se estende ao comprimento da viga, contando com os trechos horizontais e com os trechos verticais.

Teremos pois, no caso da viga de momento de inércia constante

$$f = f_l + f_h = \frac{g}{2EI} \int_{o}^{l} x^3 \, dx + \frac{gl^3}{2EI} \sum_{i=1}^{i=(n-1)} \left(\frac{i}{n}\right)^3$$

representando por f_l a extensão do integral aos trechos horizontais e por f_h a sua extensão aos trechos verticais. Em relação a estes últimos, dada a sua discontinuidade, o integral converte-se num somatório. Atendendo a que, na 2.ª parcela, $x = \frac{i\,l}{n}$, e que $\Delta s = \Delta y = \frac{h}{n-1}$

temos

$$\int_{o}^{l} x^3 \, dx = \frac{l^4}{4} \sum_{i=1}^{i=(n-1)} \left(\frac{i}{n}\right)^3 = \frac{1}{n^3} \frac{n^2 (n-1)^2}{4}$$

(soma dos cubos dos $(n - 1)$ primeiros números). Vem

$$f = \frac{gl^4}{8EI} \left[1 + \frac{(n-1)\,h}{n\,l} \right]$$

No caso do momento de inércia dos trechos verticais ser I_l diferente de I_h, relativo aos trechos verticais, viria

$$f = \frac{gl^4}{8E} \left[\frac{1}{I_l} + \frac{(n-1)\,h}{n\,l\,I_h} \right]$$

Exemplo 1.º — Dada a viga em consola, de dois trechos horizontais conforme fig.2, indicar os diagramas dos momentos flectores e dos esforços transversos e normais, e determinar a componente vertical da flecha no extremo livre, na hipótese de momento de inércia constante ao longo de toda a viga.

Teremos:

$$M_{1-2} = \frac{gl^2}{2} = \frac{1.000 \times 4^2}{2} = 8.000 \text{ kgm}$$

$$T_{1-2} = gl = 1.000 \times 4 = 4.000 \text{ kg}$$

(*) J. S. Brasão Farinha, «Vigas em Consola», Técnica n.º 363, Dezembro de 1966.

Flecha, medida na vertical, no extremo livre

$$f = \frac{gl^4}{8EI} + \frac{g}{2} \frac{l^2}{4} \frac{l\,h}{2EI} = \frac{gl^4}{8EI} \left[1 + \frac{h}{2\,l} \right] =$$

$$= \frac{gl^4}{8EI} \left(1 + \frac{a}{b} \frac{n-1}{2\,n} \right); \; f = \frac{gl^4}{8EI} (1 + k)$$

$$\text{em que } k = \frac{a}{b} \frac{(n-1)}{2\,n}$$

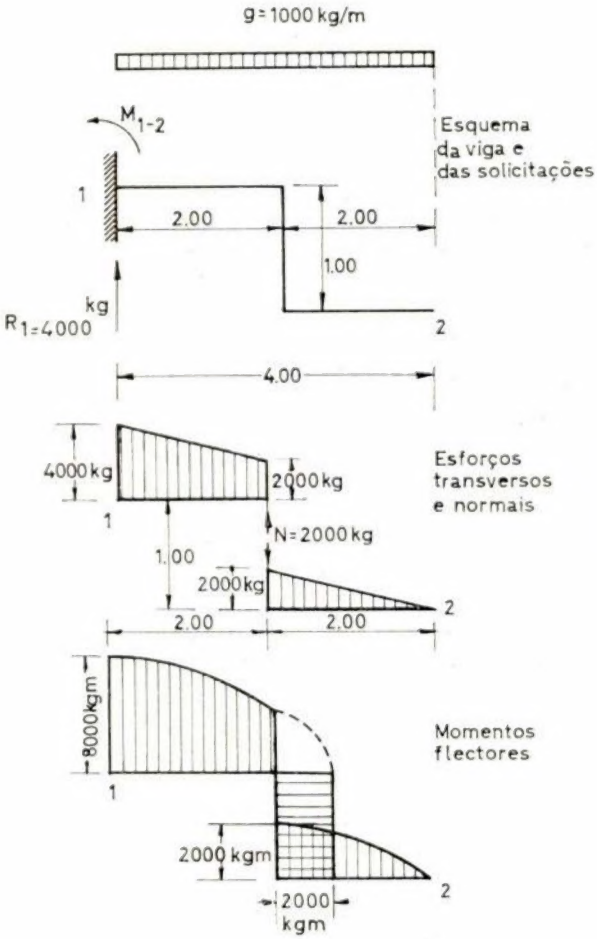


Fig. 2 — Diagramas dos esforços transversos e normais, e dos momentos para a viga em consola, com dois trechos horizontais e um vertical, sujeita a uma carga uniformemente distribuida no vão

1.2 — Actuação de cargas concentradas F nos vértices

Nos trechos horizontais

$$T = Fi, \; N = 0$$

$$M = -F \left[ix - \frac{l}{n} \sum_{i=1}^{i} (i-1) \right]$$

$$= -F\,ix - \frac{i\,(i-1)\,l}{2\,n}$$

DESLIZE NO AREEIRO

PELA PRIMEIRA VEZ
EM PORTUGAL
O NÚCLEO DE UM EDIFÍCIO
COM **45 METROS**
DESLIZADO EM **11 DIAS**

cofragem deslizante
sistema **SIEMCRETE** de que
a **ENGIL** é concessionária
exclusiva em Portugal

CARACTERÍSTICAS DO NÚCLEO-CAIXA DE ESCADAS E ELEVADORES:

Altura deslizada ..... 45 metros
Tempo de execução ..... 11 dias
Local ..... Av. João XXI

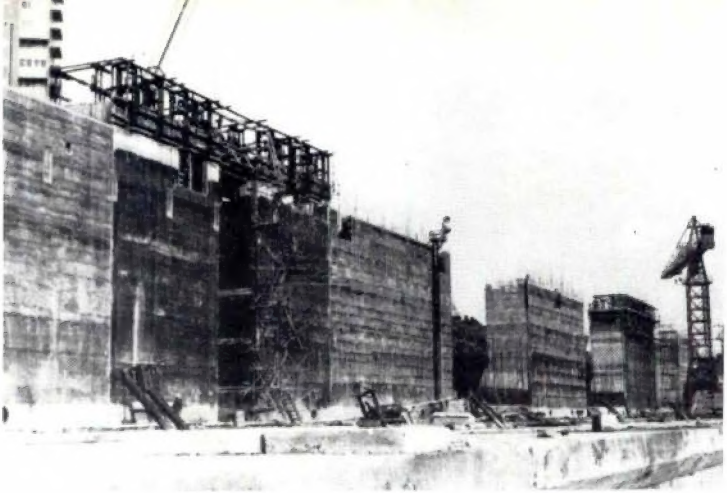
OUTRAS APLICAÇÕES DO SISTEMA **SIEMCRETE** (COFRAGEM DESLIZANTE):

Chaminés · Silos · Paredes verticais
Pilares de pontes · Torres de telecomunicações
Revestimento de poços · "Duques D'Alba"
Torres de reservatórios de água
Blindagens para reactores nucleares, etc,.

ENGIL

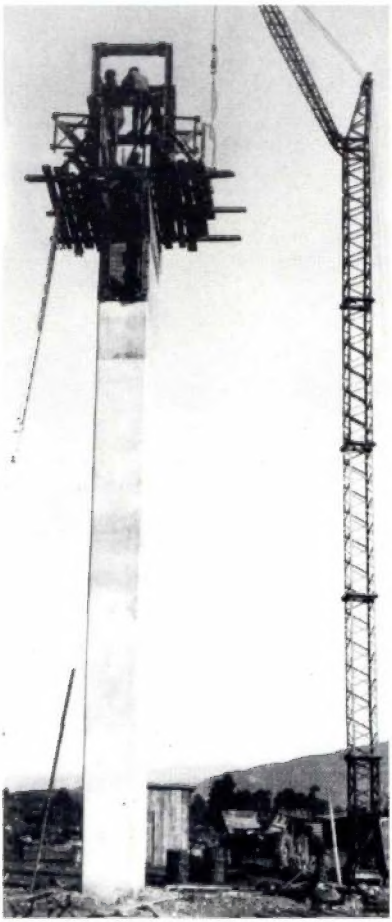
sociedade de construção civil sarl

AV. CONSELHEIRO FERNANDO DE SOUSA N 21 · A (AMOREIRAS) TEL. 68 01 21



LISNAVE

Doca N.º 13
deslize
dos muros da doca



ENGIL

PONTE DE TOURÉM

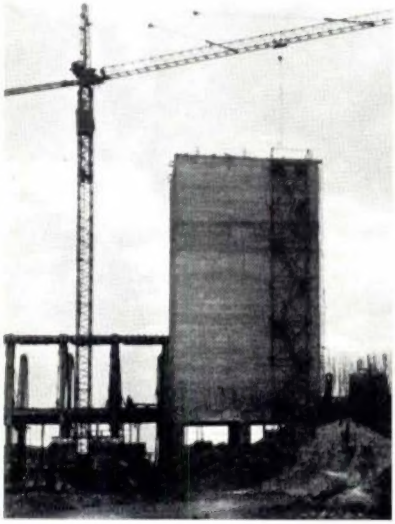
Deslize dos pilares

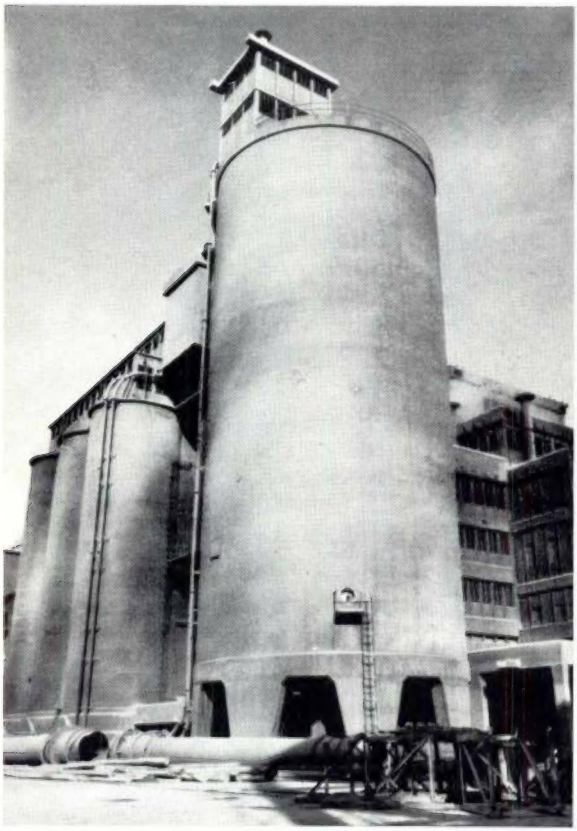
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE LIXOS DE LISBOA

Higienizadores

DIVOR

Silos para Arroz





E. C. L.

Silo para 8.000 ton. de cimento

ALGUMAS OBRAS EXECUTADAS PELA ENGIL

de CONSTRUÇÃO CIVIL

- Edifício CID para a TAP
- Escola de Enfermagem "Calouste Gulbenkian"
- Igreja do "Sagrado Coração de Jesus"
- Centro de Formação do Pessoal da CP no Entroncamento
- Edifício "Castil" - G. I.

de CONSTRUÇÃO INDUSTRIAL

- Fábrica de Concentrado de Tomate em Caldas da Rainha - F. A. Caiado
- Fábrica de Concentrado de Tomate em Igrejinha - C. H. do Divor
- Fábrica de Rações para Aviário do Freixial
- "Conjunto oficial D" - Lisnave
- Ampliação das Instalações da SEPSA em Matosinhos
- Ampliação das Instalações da COMETNA em Palmela e Amadora
- Fábrica de Descasque de Arroz - C. H. do Divor
- Instalações no Sabugo - SIEMENS
- Coberturas em Betão Armado na Estação da Campanhã - C.P.
- Conjunto Oficial no Alfeite (D.S.A.N.) - C.A.N.I.F.A.

de COFRAGEM DESLIZANTE SIEMCRETE

- Conjunto de Silos para Arroz - C. H. do Divor
- Conjunto de Silos da Fábrica de Rações para Aviário do Freixial
- Silo para 8.000 Ton. de Cimento para ECL
- Paredes da Doca 13 da Lisnave - Somague
- 10 Pilares da Ponte de Tourem - Conduril
- 8 Higienizadores na Estação de Tratamento de lixos de Lisboa - SETAL

de PONTES

- Viaduto em V. N. de Gaia - C. P.
- Ponte sobre o Rio Tua em Mirandela - J. A. E.
- Viaduto sobre a E. N. nº 4 em Arraiolos - J. A. E.
- Ponte sobre a Ribeira de Tera na E. N. nº 4 - J. A. E.

de HIDRÁULICA

- Estação de Tratamento de Água em Valada do Ribatejo - SETAL
- Tomada de Água e Estação de Tratamento para a Refinaria da Sacor (Porto) - SETAL
- Estação de Tratamento de Esgotos em Beja - SETAL

ENGIL

sociedade de construção civil sarl

AV. CONSELHEIRO FERNANDO DE SOUSA N 21 - A (AMOREIRAS) TEL. 68 01 21

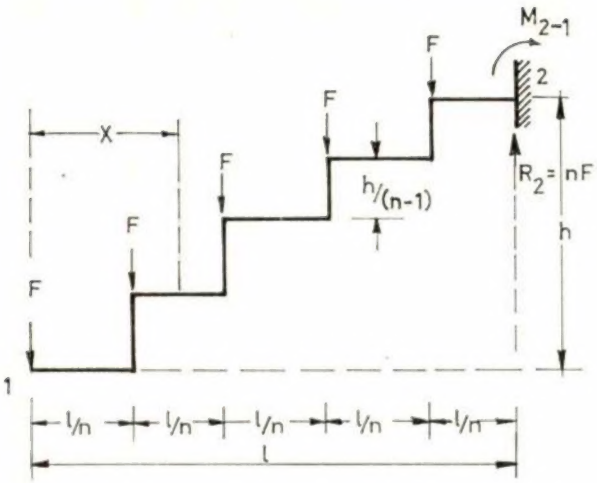


Fig. 3 — Consola de eixo quebrado em n degraus, sujeitos à acção de cargas concentradas iguais em todos os vértices

$$\text{uma vez que } \sum_{i=1}^{i} (i-1) = \frac{(i-1)\,i}{2}$$

(soma dos (i — 1) primeiros números), sendo i o número de cargas à esquerda da secção considerada.

$$M_{2-1} = -\frac{Fl}{2}(n+1)$$

Nos trechos verticais,

$$T = 0\,;\; N = Fi\,;\; M = -F\left[ix - \frac{i\,(i-1)\,l}{2\,n}\right]$$

em que x toma, sucessivamente, os valores indicados em 1.1.

A componente vertical da flecha no extremo livre é dada por

$$f = \int_{o}^{h+l} \frac{M}{EI}\, x\, ds = f_l + f_h$$

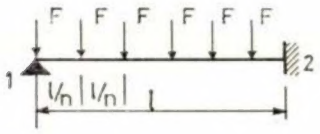


Fig. 4 — Viga simplesmente apoiada em 1 e perfeitamente encastrada em 2, sujeita ao mesmo sistema de cargas

Em relação aos trechos horizontais, temos que f_l é a flecha no extremo livre da consola de eixo rectilíneo e vão l, sujeita às mesmas cargas. Esta flecha pode ser deduzida a partir da reacção da viga apoiada de um lado e encastrada do outro, (que pode encontrar-se em formulários correntes), dando ao apoio simple l um deslocamento f_l . Será

$$F\left[1 + \frac{(n-1)\,(3\,n-1)}{8n}\right] = \frac{3\,EI}{l^3}\, f_l$$

donde se tira $f_l = \dfrac{3\,n^2 + 4\,n + 1}{24\,n\,EI}\, Fl^3$

É esta a maneira mais rápida de determinar o valor de f_l , mas ele pode, também, ser directamente deduzido do diagrama $\dfrac{Mx}{EI}$ ds. Dada a discontinuidade desta função, temos que dividir o intervalo total em n intervalos parciais e somar. A parcela de ordem i dessa soma é a área

$$A_i = \frac{F}{EI}\int_{\frac{(i-1)}{n}l}^{\frac{i}{n}l} \left[ix^2 - \frac{i\,(i-1)\,l}{2n}\,x\right] dx =$$

$$= F\left\{\frac{i}{3}\left[\frac{i^3\,l^3}{n^3} - \frac{(i-1)^3\,l^3}{n^3}\right] - \right.$$

$$-\frac{i\,(i-1)\,l}{4n}\left[\frac{i^2\,l^2}{n^2} - \frac{(i-1)^2\,l^2}{n^2}\right] =$$

$$= \frac{Fl^3}{12\,n^3\,EI}\,(6\,i^3 - 3\,i^2 + i)$$

Teremos portanto

$$f_l = \frac{Fl^3}{12\,n^3\,EI}\left[6\sum_{i=1}^{i=n} i^3 - 3\sum_{i=1}^{i=n} i^2 + \sum_{i=1}^{i=n} i\right]$$

Ora como é

$$\sum_{i=1}^{i=n} i = \frac{(1+n)\,n}{2}\,;\; \sum_{i=1}^{i=n} i^2 = \frac{n\,(n+1)\,(2\,n+1)}{6}$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} i^3 = \frac{n^2\,(n+1)^2}{4}$$

resulta

$$f_l = \frac{Fl^3}{12\,n^3\,EI}\left[\frac{3}{2}\,n^2\,(n+1)^2 - \right.$$

$$\left. -\frac{n\,(n+1)\,(2\,n+1)}{2} + \frac{(1+n)\,n}{2}\right] =$$

$$= \frac{Fl^3}{24\,n\,EI}(n+1)\,(3n+1) = \frac{Fl^3}{24\,n\,EI}(3n^2 + 4n + 1)$$

Pelo que se refere à parcela f_h ,

$$\text{fazendo } x = \frac{i\,l}{n},\; \Delta y = \frac{h}{n-1}, \text{ vem}$$

$$f_h\; \frac{F}{EI}\left\{\frac{l^2}{n^2}\,\frac{h}{n-1}\sum_{i=1}^{i=(n-1)} i^3 - \right.$$

$$-\frac{l^2}{2n^2}\,\frac{h}{n-1}\sum_{i=1}^{i=(n-1)} i^3 +$$

$$+\frac{l^2}{2n^2}\,\frac{h}{n-1}\sum_{n-1}^{i=(n-1)} i^2 =$$

$$= \frac{F}{EI} \frac{l^2}{2n^2} \frac{h}{(n-1)} \left\{ \frac{1}{4} (n-1)^2 n^2 + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{6} (n-1) n (2n-1) \right\} = \frac{Fl^2 h}{24 n EI} (3n^2 + n - 2)$$

Teremos portanto, no caso da viga de momento de inércia constante

$$f = \frac{Fl^3}{24 EI} \left[(3n^2 + 4n + 1) + \frac{h}{l} (3n^2 + n 2) \right]$$

No caso dos trechos horizontais terem momento de inércia I_l e os trechos verticais I_h será

$$f = \frac{Fl^3}{24 E} \left[\frac{3n^2 + 4n + 1}{I_l} + \frac{h}{I_l} (3n^2 + n - 2) \right]$$

Exemplo 2.° — Para a viga em consola de dois trechos horizontais conforme fig. 5, indicar os diagramas dos momentos flectores e esforços transversos e normais, e determinar a componente vertical da flecha no extremo livre, na hipótese de momento de inércia constante ao longo da viga, $I = 685000\ cm^3$, $E = 210000\ kg/cm^2$

$$M_{1-2} = -\frac{2.000 \times 4,0}{2} \times 3 = -12.000\ kgm$$

$$T_{1-2} = 2.000 \times 2 = 4.000\ kg$$

Flecha na extremidade

$$f = \frac{Fl^3}{24\ EI} \left[(3 \times 2^2 + 4 \times 2 + 3) + \right.$$

$$\left. + \frac{1,0}{4,0} (3 \times 2^2 + 2 - 2) \right] = \frac{2\,000 \times 400}{685\,000 \times 210\,000} =$$

$$= \frac{128\,000}{143\,850} = 0,89\ cm$$

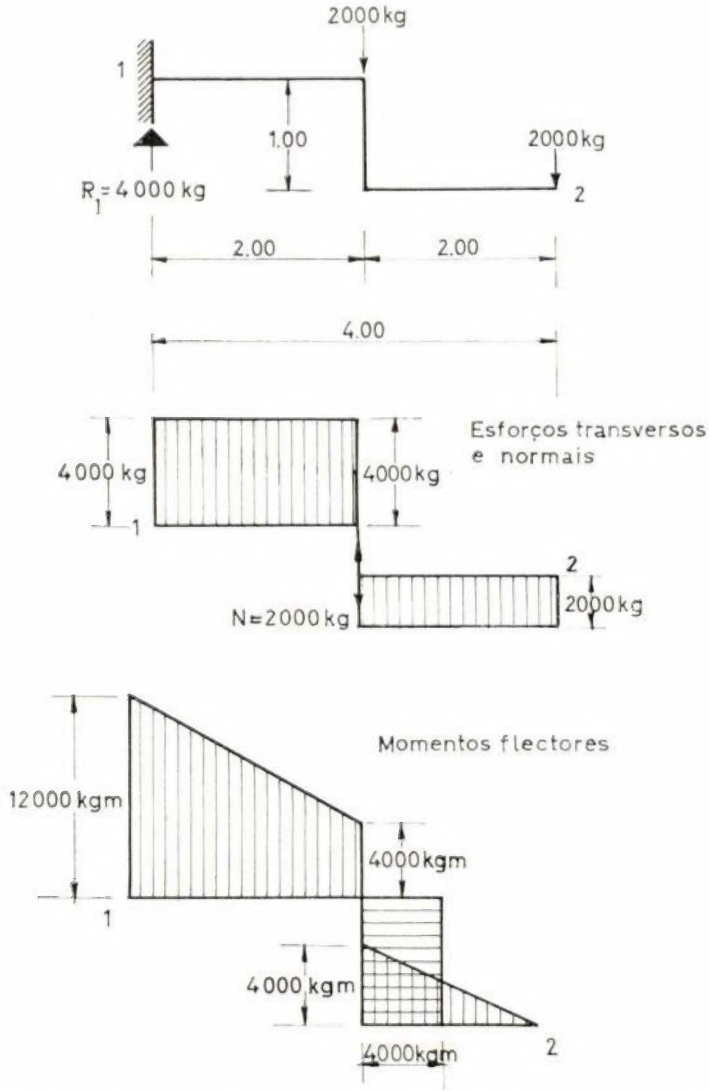


Fig. 5 — Diagramas dos esforços transversos e normais, e dos momentos flectores para a viga em consola, com dois trechos horizontais e um vertical, sujeita a uma carga uniformemente distribuída

2 — VIGA SIMPLESMENTE APOIADA

2.1 — Actuação de uma carga uniformemente distribuída g

$$R_1 = R_2 = \frac{gl}{2}$$

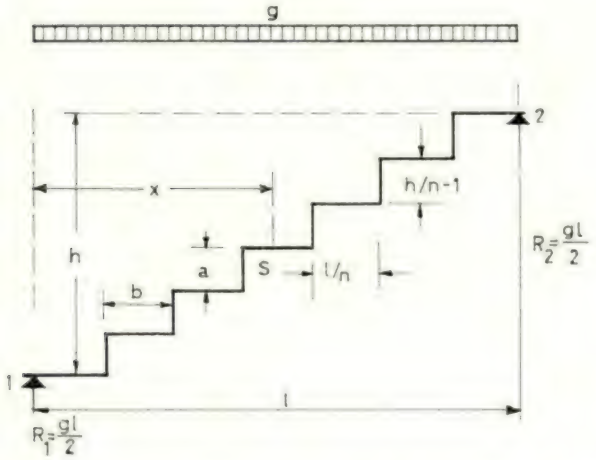


Fig. 6 — Viga simplesmente apoiada de eixo quebrado em n degraus, sujeita a acção de uma carga uniformemente distribuída g

Nos trechos horizontais $T = g\left(\frac{l}{2} - x\right)$; $N = 0$

$$M = \frac{gx\,(l - x)}{2}$$

Nos trechos verticais $T = 0$; $N = g\left(\frac{l}{2} - x\right)$

$M = \frac{gx\,(l - x)}{2}$ em que, neste último caso, $x = \frac{l}{n}\,i$.

Será, portanto, constante o valor de T, N, M, ao longo de cada trecho vertical.

Momento flector a meio $\left(x = \frac{l}{2}\right)$, $M = \frac{gl^2}{8}$ independente do número de degraus da viga.

Este valor é atingido, no caso de n ser impar, a meio do trecho horizontal médio e, no caso de n ser par, na extremidade direita do trecho horizontal de ordem $\frac{n}{2}$, ao longo do trecho vertical que se segue àquela extremidade, e na extremidade esquerda do trecho horizontal de ordem $\left(\frac{n}{2} + 1\right)$.

Isto é assim, seja constante o momento de inércia da viga ou este seja diferente nos trechos verticais e nos horizontais.

A flecha a meio vão — sendo $M' = \frac{x}{2}$ (no intervalo 0, l/2), e $M' = \frac{l - x}{2}$ (no intervalo l/2, l) o momento da carga $F' = 1$ concentrada na secção média da viga, em relação à qual se pretende determinar a flecha — é dada por:

$$f = \int_0^{l+h} \frac{MM'}{EI}\,ds = f_l + f_h$$

Sendo I_l o momento de inércia dos trechos horizontais e I_h o momento de inércia dos trechos verticais, resulta para f_l, parcela relativa aos trechos horizontais,

$$f_l = \frac{2}{E\,I_l}\int_0^{l/2} \frac{g}{4}\,x^2\,(l - x)\,dx =$$

$$= \frac{2g}{E\,I_l}\left[\frac{lx^3}{12} - \frac{x^4}{16}\right]_0^{l/2} = \frac{5\,gl^4}{384\,E\,I_l}$$

A parcela f_h tem, igualmente, que considerar a separação do intervalo total em duas partes, à esquerda e à direita do ponto médio da viga, por virtude da discontinuidade de M'. Dada a simetria da função, o valor de f_h é o dobro do que corresponde a metade do intervalo, isto é, $\frac{h}{2}$. Neste caso intervem a circunstância de ser n par ou de ser impar.

a) Sendo n par, isto é, sendo impar o número de trechos verticais o intervalo $\left(0, \frac{h}{2}\right)$ é limitado superiormente pelo meio do trecho vertical médio.

Quer dizer, i varia entre 0 e $\left(\frac{n}{2} - 1\right)$, devendo juntar-se mais o valor de $\frac{MM'}{E\,I_h}\,\Delta s$ para o meio intervalo vertical do meio da viga. Como é

$$\Delta s = \frac{\Delta y}{2} = \frac{h}{2\,(n - 1)}$$

neste meio intervalo médio em que é

$$i = \frac{n}{2} \quad \text{ou} \quad x = \frac{l}{2}$$

temos que considerar a parcela

$$\frac{gl^2}{8\,E\,I_h}\;\frac{l}{2}\;\frac{h}{2\,(n - 1)} = \frac{gl^3\,h}{32\,(n - 1)\,E\,I_h}$$

Quanto às restantes parcelas, tomando

$$\Delta s = \Delta y = \frac{h}{n - 1}$$

dentro do somatório, resulta

$$f_h = 2\sum_{i=1}^{i=\left(\frac{n}{2} - 1\right)} \frac{g}{2\,E\,I_h}\,\frac{i\,l}{n}\left(1 - \frac{il}{n}\right)\frac{il}{2}\,\Delta s +$$

$$+ \frac{gl^3\,h}{32\,(n - 1)\,EI_h} = \frac{gl^3\,h}{2n\,(n - 1)\,E\,I_h} \times$$

$$\times \left[\sum_{i=1}^{i=\left(\frac{n}{2}-1\right)} \left(i^2 - \frac{i^3}{n}\right) + \frac{n^2}{16} \right] =$$

$$= \frac{gl^4}{E\ I_h} \frac{h}{2n\,(n-1)\ \ l} \left| \frac{1}{6n}\left(\frac{n}{2}-1\right)\frac{n}{2}\left(n-1\right) - \right.$$

$$- \frac{1}{4n^2}\left(\frac{n}{2}-1\right)^2\left(\frac{n}{2}\right)^2 +$$

$$\left. + \frac{n}{16} \right| = \frac{gl^4}{384\ E\ I_l} \frac{h\,(5n^2+4)}{h\,(n-1)\ l}$$

Portanto, na hipótese do número de trechos horizontais ser par, a flecha no ponto médio da viga (coincidente com o meio do trecho vertical médio) é

$$f = f_l + f_h = \frac{gl^4}{384\ E\ I_l} \left| 5 + \frac{h\ I_l}{l\ I_h} \frac{5n^2+4}{n\,(n-1)} \right|$$

No caso da viga de momento de inércia constante ($I_l = I_h$) sendo $l = ln$, $h = a\,(n-1)$ em que b é a largura e a, a altura de um degrau (fig. 16), vem:

$$f = \frac{gl^4}{384\ E\ I_l}\,(3+k) \text{ em que } k = \frac{a}{b}\,\frac{5n^2+4}{n^2}$$

Sendo par o número de trechos verticais, e no total igual a $(n-1)$ sendo n o número (impar) de trechos horizontais, f_l mantem o valor anteriormente determinado e f_h vale agora

$$f_h = \frac{gl^3\ h}{E\ I_h} \frac{1}{2n^2\,(n-1)} \sum_{i=1}^{i=\frac{n-1}{2}} \left(i^2 - \frac{i^3}{n}\right) =$$

$$= \frac{gl^4}{2n^3\ E\ I_h} \frac{h}{l\,(n-1)} \left| \frac{1}{6}\left(\frac{n-1}{2}\right)\left(\frac{n-1}{2}+1\right)n - \right.$$

$$\left. \frac{1}{4n}\left(\frac{n-1}{2}\right)^2\left(\frac{n-1}{2}+1\right)^2 \right| =$$

$$= \frac{gl^4}{E\ I_h} \frac{h}{ln^3\,(n-1)}\,(5n^2+3)\,(n^2-1)$$

Concui-se portanto que na hipótese do número de trechos horizontais ser impar a flecha, a meio (coincidente com o meio de um elemento horizontal) é

$$f = f_l + f_2 = \frac{5\ gl^4}{384\ E\ I_l} \left| 1 + \frac{h\ I_l}{l\ I_h} \frac{(n^2-1)\,(5n^2+3)}{5\ n^3\ (n-1)} \right|$$

No caso da viga de momento de inércia constante ($I_l = I_h$)

$$f = \frac{5\ gl^4}{384\ E\ I}\,(1+k)$$

em que

$$k = \frac{a}{b}\,\frac{5\ n^4}{(n^2-1)\,(5n^2+3)}$$

$k = 1{,}20\,\frac{a}{b}$ para $n = 2$ (viga com um só degrau)

$k = 1{,}00\,\frac{a}{b}$ para $n = \infty$

Portanto o valor de k varia pouco com o número de degraus da viga. Para $n = 1$ (viga de eixo rectilíneo) será $k = 0$.

2.2 — *Actuação de cargas concentradas F nos vértices*

No caso de cargas concentradas (fig. 7) teremos

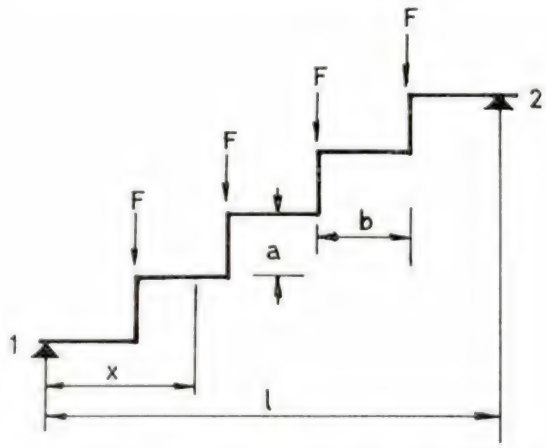


Fig. 7 — Viga simplesmente apoiada, de eixo quebrado em n degraus iguais sujeita à acção de cargas concentradas F em todos os vértices

De acordo com os princípios atrás referidos teremos o seguinte:

$$R_1 = R_2 = \frac{F}{2}\,(n-1)$$

Nos elementos horizontais

$$M = \frac{F}{2}\,(n-1)\ x - (i-1)\ Fx +$$

$$+ \frac{(i-1)\ i}{2}\,\frac{Fl}{n} = \frac{Fx}{2}\,(n+1-2i) + \frac{Fl}{2n}\,(i-1)\ i$$

Se n é impar, o momento flector máximo localiza-se no trecho horizontal médio, de ordem $i = \frac{n+1}{2}$, para $x = \frac{l}{2}$, e vem:

$$M_{l/2} = \frac{Fl}{8\ m}\,(n^2-1) = k\ F\ l, \text{ sendo } k = \frac{n^2-1}{8\ m}$$

Nos trechos verticais, $M = \frac{Fl}{2n} \Big| (n-1)\, i - i\,(i-1) = \frac{Fl}{2n}\,(ni - i^2)$

Se n é par, o momento flector máximo verifica-se ao longo do trecho vertical médio, de ordem $i = \frac{n}{2}$, e vem $M_{l/2} = \frac{Fln}{8} = k\,F\,l$, sendo $k = \frac{n}{8}$

Tabela 1 — Valores para k para a determinação do momento flector a meio da viga simplesmente apoiada, carregada com (n — 1) cargas F

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
k	1/4	1/3	1/2	3/5	3/4	6/7	1	10/9	5/4	15/11	3/2	21/13	7/4	28/15

Exemplo 3.º — Determinar o momento flector a meio vão, das duas vigas indicadas na fig. 8

A flecha a meio vão, para a hipótese da viga simplesmente apoiada, e para as cargas consideradas, é dada por

$$f = \int_0^{(l+h)} \frac{MM'}{EI}\, ds = f_l + f_h$$

em que, no intervalo $\left(0, \frac{l}{2}\right)$

$$M' = = \frac{x}{2}$$

Dada a simetria da função, o valor deste integral é igual ao dobro do integral estendido a metade do intervalo.

É conhecido o valor de f_l, isto, é, a flecha a meio vão da vig de eixo rectilíneo e de vão l simplesmente apoiada e sujeita ao mesmo sistema de cargas.

$$f_l = \frac{Fl^3}{EI_l}\,\frac{5n^2 - 4}{384\,n} \quad \text{sendo n par}$$

$$f_l = \frac{Fl^3}{EI_l}\,\frac{(5n^2+1)(n^2-1)}{384\,n^3} \quad \text{sendo n impar}$$

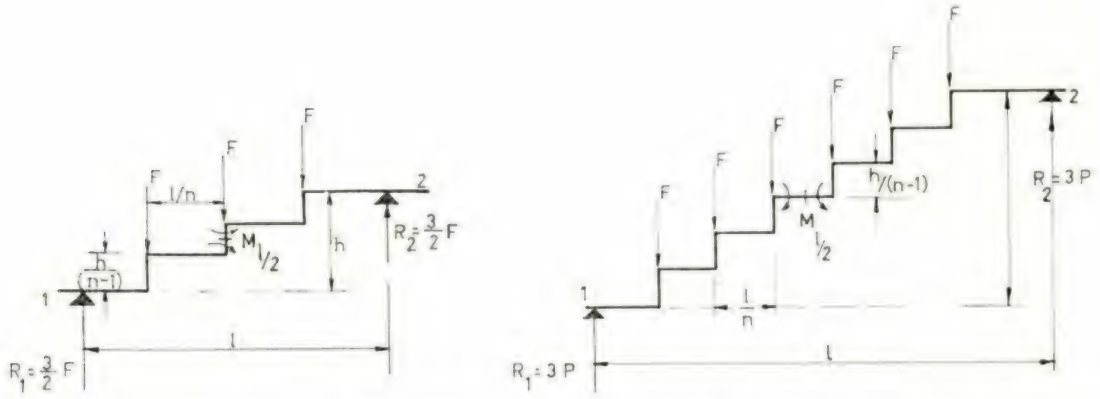


Fig. 8 — Vigas simplesmente apoiadas, com números par e número impar de degraus, sujeitos a cargas concentradas F

Para a 1.ª viga, o calculo directo, sem recorrer à tabela 1, dá

$$M_{l/2} = \frac{3}{2}\,F\,\frac{l}{2} - F\,\frac{l}{4} = \frac{Fl}{2}$$

e para a 2.ª viga será do mesmo modo,

$$M_{l/2} = Fl\left(\frac{3}{2} - \frac{2{,}5}{7} - \frac{1{,}5}{7} - \frac{0{,}5}{7}\right) = \frac{6}{7}\,Fl$$

Consultando a tabela 1, obtemos os mesmos valores acabados de calcular.

Apesar deste resultado estar indicado em formulários já existentes, vamos efectuar o cálculo da expressão apresentada, o que serve como verificação. Teremos, no caso de ser n par

$$f_l = \frac{2}{EI_l}\left\{\frac{F}{4}\,(n-1)\int_0^{l/2} x^2\,dx + \right.$$

$$+ \sum_{i=1}^{i=\frac{n}{2}} \int_{\frac{(i-1)\,l}{n}}^{\frac{i\,l}{n}} \left[-(i-1)\,\frac{Fx^2}{2} + \right.$$

$$+ \frac{(i-1)\,i}{4}\,\frac{Fl}{n}\,x \Big]\,dx = \frac{Fl^3}{El_l}\Big\{\frac{(n-1)}{48} -$$

$$- \frac{1}{3n^3}\sum_{i=1}^{i=\frac{n}{2}} (3i^3 - 6i^2 + 4i - 1) +$$

$$+ \frac{1}{4n^3}\sum_{i=1}^{i=\frac{n}{2}} (2i^3 - 3i^2 + i)\Big\} =$$

$$= \frac{Pl^3}{n^3\,El_l}\Big\{\frac{(n-1)\,n^3}{48} - \frac{1}{3}\Big[\frac{3}{4}\left(\frac{n}{2}\right)^2 \times$$

$$\times\left(\frac{n+2}{2}\right)^2 - \frac{n}{2}\left(\frac{n+2}{2}\right)(n+1) + 2\left(\frac{n+2}{2}\right)\frac{n}{2} -$$

$$-\frac{n}{2} + \frac{1}{4}\Big[\frac{n^2\,(n+2)^2}{32} - \frac{1}{2}\,\frac{n}{2}\left(\frac{n+2}{2}\right)(n+1) +$$

$$+ \frac{1}{2}\,\frac{n}{2}\left(\frac{n+2}{2}\right)\Big]\Big\} = \frac{Fl^3}{n^2\,El_l}\Big[\frac{(n-1)\,n^2}{48} -$$

$$- \frac{n\,(n+2)^2}{64} + \frac{1}{12}\,(n+2)\,(n+1) - \frac{6}{(n+2)} +$$

$$+ \frac{1}{6} + \frac{n\,(n+2)^2}{128} - \frac{1}{32}\,(n+2)\,(n+1) +$$

$$+ \frac{1}{32}\,(n+2)\Big] = \frac{Fl^3}{384\,n^2\,El_l}\Big[8n^2\,(n-1) -$$

$$-3n\,(n+2)^2 - 52\,(n+2) + 20\,(n+2)\,(n+1) + 64\Big] =$$

$$= \frac{Fl^3}{384\,n^2\,El_l}\,(5n^3 - 4n) = \frac{Fl^3\,(5n^2-4)}{384\,n\,El_l}$$

Na hipótese de ser n impar, os somatórios anteriores entendem-se entre $i = 1$ e $i = \left(\frac{n-1}{2}\right)$, sendo também necessário somar o valor de $\frac{MM'}{El_l}\,ds$ para os meio trecho horizontal médio $\left(\text{no qual } i = \frac{n+1}{2}\right)$

$$\frac{F}{4\,El_l}\int_{\frac{(n-1)\,l}{2n}}^{l/2}\Big[(n-1)\,x^2 - (n-1)x^2 +$$

$$+ (n^2-1)\,\frac{lx}{4n}\Big]\,dx = \frac{(n^2-1)\,Fl^3}{32n\,El_l}\Big[\frac{1}{4} -$$

$$- \frac{(n-1)^2}{4n^2}\Big] = \frac{(n^2-1)\,(2n-1)}{128\,n^3\,El_l}\,Fl^3$$

Virá portanto, na hipótese de ser n impar,

$$f_l = \frac{2\,Fl^3}{El_l}\Big\{\frac{F}{4}\,(n-1)\int_0^{\frac{n-1}{2n}l} x^2\,dx -$$

$$- \frac{1}{6n^3}\sum_{i=1}^{i=\frac{n-1}{2}} (3i^3 - 6i^2 + 4i - 1) +$$

$$+ \frac{1}{8n^3}\sum_{i=1}^{i=\frac{n-1}{2}} (2i^3 - 3i^2 + i) +$$

$$+ \frac{(n^2-1)\,(2n-1)}{128\,n^3}\Big\} = \frac{Fl^3}{n^3\,El_l}\Big\{\frac{1}{48}\,(n-1)^4 -$$

$$- \frac{1}{3}\Big[\frac{3}{4}\left(\frac{n-1}{2}\right)^2\left(\frac{n+1}{2}\right)^2 -$$

$$- \left(\frac{n-1}{2}\right)\left(\frac{n+1}{2}\right)n + 2\left(\frac{n-1}{2}\right)\left(\frac{n+1}{2}\right) -$$

$$- \frac{n-1}{2}\Big] + \frac{1}{4}\Big[\frac{1}{2}\left(\frac{n-1}{2}\right)^2\left(\frac{n+1}{2}\right)^2 -$$

$$- \frac{1}{2}\left(\frac{n-1}{2}\right)\left(\frac{n+1}{2}\right)n + \frac{l}{2}\left(\frac{n-1}{2}\right)\left(\frac{n+1}{2}\right)\Big] +$$

$$+ \frac{(n^2-1)\,(2n-1)}{64}\Big\} = \frac{Fl^3\,(n-1)}{384\,n^3\,El_l}\Big\{8\,(n-1)^3 -$$

$$- 3\,(n-1)\,(n+1)^2 + 20\,(n+1)\,n - 52\,(n+1) +$$

$$+ 64 + 6\,(n+1)\,(2n-1)\Big\} = \frac{Fl^3\,(n^2-1)}{384\,n^3\,El_l}\,(5n^2+1)$$

Sendo n par, o número $(n-1)$ de trechos verticais é impar, de modo que a divisão do intervalo (0,h) ao meio obriga a considerar o meio intervalo médio, em que $x = \frac{l}{2}$ ou $i = \frac{n}{2}$ e portanto

$$\frac{MM'}{El_h} = \frac{Fl^2}{4n^2\,El_h}\,(ni^2 - i^3)\,\frac{h}{2\,(n-1)} =$$

$$= \frac{Fl^2\,hn}{64\,(n-1)\,El_h}$$

Para o cálculo da flecha temos que considerar, no intervalo $\left(0, \frac{n}{2} - 1\right)$ a função

$$\frac{MM'}{EI_h} = \frac{Fl^2}{4n^2\ EI_h}\ (ni^2 - i^3)$$

e multiplicar por 2 o resultado depois de somar a parcela acima cálculada. Teremos portanto,

$$f_h = \frac{2\ Fl^2\ h}{4n^2\ (n-1)\ EI_h}\left[\sum_{i=1}^{i=\left(\frac{n}{2}-1\right)} (ni^2 - i^3) + \frac{n^3}{16}\right] = \frac{Fl^2\ h}{2n^2\ (n-1)\ EI_h}\left[\frac{n}{6}\left(\frac{2}{n}-1\right)\frac{n}{2}(n-1) - \frac{1}{4}\left(\frac{n}{2}-1\right)^2\left(\frac{n}{2}\right)^2 + \frac{n^3}{16}\right] =$$

$$= \frac{Fl^2\ h}{384\ n^2\ (n-1)\ EI_h}\left[8n^2\ (n-2)\ (n-1) - 3n^2\ (n-2)^2 + 12n^3\right] = \frac{Fl^2\ h}{384\ (n-1)\ EI_h}\ (5n^2 + 4)$$

É portanto

$$f = \frac{Fl^3\ (5n^2 - 4)}{384\ n\ EI_l}\left[1 + \frac{h\ I_l}{l\ I_h}\ \frac{n}{n-1}\ \frac{5n^2+4}{5n^2-4}\right]$$

ou, fazendo intervir as dimensões a × b dos degraus,

$$f = \frac{Fl^3\ (5n^2 - 4)}{384\ n\ EI_l}\ (1 + k)$$

$$\text{em que } k = \frac{a\ I_l}{b\ I_h}\ \frac{5n^2 + 4}{5n^2 - 4}$$

Para $I_l = I_h$ resulta

$k = 1{,}5\ \frac{a}{b}$ para $n = 2$ (viga de um só degrau)

$k = 1{,}0\ \frac{a}{b}$ para $n = \infty$

$k = 0$ para $n = 1$, por ser $a = 0$

Sendo n impar, teremos para f_h,

$$f_h = \frac{2\ Fl^2}{4n^2\ EI_h}\sum_{i=1}^{i=\frac{n-1}{2}} (ni^2 - i^3)\ \Delta s =$$

$$= \frac{Fl^2\ h}{4n^2\ (n-1)\ EI_h}\left\{n\left(\frac{n-1}{2}\right)\left(\frac{n+1}{2}\right)n - \frac{1}{4}\left(\frac{n-1}{2}\right)^2\left(\frac{n+1}{2}\right)^2\right\} = \frac{Fl^2\ h\ (n+1)}{4n^2\ EI_h}\left[\frac{n^2}{24} - \frac{n^2-1}{64}\right] = \frac{Fl^2\ h}{384\ n^2\ EI_h}\ 2\ (n+1)\ (5n^2+3)$$

Teremos nesta hipótese

$$f = \frac{Fl^3\ (n^2-1)\ (5n^2+1)}{384\ n^3\ EI_l}\left[1 + \frac{h\ I_l}{l\ I_h}\ \frac{2n\ (5n^2+3)}{(n-1)\ (5n^2+1)}\right]$$

ou ainda, entrando com as dimensões a × b de cada degrau,

$$f = \frac{Fl^3\ (n^2-1)\ (5n^2+1)}{384\ n^3\ EI_l}\ (1 + k)$$

em que

$$k = \frac{a\ I_l}{b\ I_h}\ \frac{2\ (5n^2+3)}{5n^2+1}$$

Para $I_l = I_h$ (viga de momento de inércia constante)

$k = 2{,}19\ \frac{a}{b}$ para $n = 2$ (viga de um só degrau)

$k = 2{,}00\ \frac{a}{b}$ para $n = \infty$

$k = 0$ para $n = 1$ (viga de eixo rectilínio)

2.3 — *Aplicação do momento* M_{1-2} *no apoio 1*

Esta hipótese permite fazer o cálculo da flecha em vigas com encastramento num ou nos dois apois, a partir da viga simplesmente apoiada.

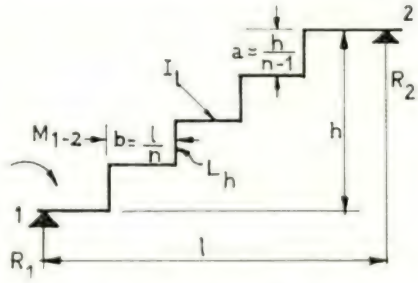


Fig. 9 — Viga simplesmente apoiada, de eixo quebrado em n degraus, sujeitos a acção de um momento num dos apoios

A aplicação do momento M_{1-2} no apoio esquerdo produz nos trechos horizontais da viga o momento

$$M = -R_l\ x + M_{1-2}$$

$$\text{em que } R_1 = \frac{M_{1-2}}{l}$$

donde

$$M = + \frac{l - x}{l} M_{1-2}$$

Nos trechos verticais $M = \left(1 - \frac{i}{n}\right) M_{1-2}$

A flecha a meio é dada por

$$f = f_l + f_h = \frac{M_{1-2}}{EI} \int_0^{l+h} MM' \, ds$$

No intervalo $\left(0, \frac{l}{2}\right)$ $\quad M' = \frac{x}{2}$

No intervalo $\left(\frac{l}{2}, l\right)$ $\quad M' = \frac{l - x}{2}$

Portanto temos que separar o intervalo (0, l) em duas metades, como já sucedia nos exemplos anteriores, mas agora, dada a assimetria da função as duas metades diferente entre si.

$$f_l = \frac{M_{1-2}}{EI_l} \left\{ \int_0^{l/2} \left(\frac{x}{2} - \frac{x^2}{2l} \right) dx + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2l} \int_{l/2}^{l} (l - x)^2 \, dx \right\} = \frac{M_{1-2}}{EI_l} \left\{ \frac{l^2}{16} - \frac{l^2}{48} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2l} \left[\frac{l^3}{2} + \frac{1}{3}\left(l^3 - \frac{l^3}{8}\right) - l\left(l^2 - \frac{l^2}{4}\right) \right] \right\} = + \frac{M_{1-2} l^2}{16 \, EI_l}$$

Este valor é igual ao da flecha a meio vão da viga de eixo rectilíneo e vão l, quando se aplica em 1 o momento M_{1-2}.

Como sucedia no exemplo anterior, para o cálculo de f_h temos que considerar duas hipóteses:

a) Sendo n par e portanto ímpar o número de trechos verticais i, o intervalo $\frac{h}{2}$ é limitado, de um lado, pelo meio do trecho vertical médio. Temos que i varia entre 1 e $\left(\frac{n}{2} - 1\right)$, e depois entre $\left(\frac{n}{2} + 1\right)$, e $(n - 1)$, tendo que somar em cada caso, o valor $\frac{MM'}{EI_h}$ ds para meio intervalo, onde $i = \frac{n}{2}$.

Notar que $\displaystyle\sum_{\left(\frac{n}{2}+1\right)}^{(n-1)} = \sum_{1}^{n-1} - \sum_{1}^{\frac{n}{2}}$

Para a metade esquerda o valor adicional é

$$\frac{MM'}{EI_h} = \frac{M_{1-2}}{EI_h} \left(1 - \frac{1}{4}\right) \frac{l}{4} \frac{h}{2(n-1)} =$$

$$= \frac{M_{1-2}}{EI_h} \frac{h\,l}{16(n-1)}$$

e para a metade direita

$$\frac{MM'}{EI_h} = \frac{M_{1-2}}{EI_h} \left(1 - \frac{1}{2}\right) \left(\frac{l}{2} - \frac{l}{4}\right) \frac{h}{2(n-1)} =$$

$$\frac{M_{1-2}}{EI_h} \frac{h\,l}{16(n-1)}$$

Na metade esquerda da viga

$$MM' = M_{1-2}\left(1 - \frac{i}{n}\right)\frac{il}{2n} = M_{1-2}\frac{l}{2n}\left(i - \frac{i^2}{2}\right)$$

e na metade direita

$$MM' = M_{1-2}\left(1 - \frac{i}{n}\right)\frac{l}{2}\left(1 - \frac{i}{n}\right) =$$

$$= M_{1-2}\frac{l}{2}\left(1 - \frac{i}{n}\right)^2$$

Teremos portanto

$$f_h = \frac{M_{1-2}\,lh}{2(n-1)\,EI_h} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=\left(\frac{n}{2}-1\right)} \left(i - \frac{i^2}{n}\right) + \frac{1}{8} + \right.$$

$$+ \sum_{i=i}^{i=(n-1)} \left(1 + \frac{i^2}{n^2} - \frac{2i}{n}\right) - \sum_{i=i}^{i=\left(\frac{n}{2}\right.} \left(1 + \frac{i^2}{n^2} - \right.$$

$$\left. \left. - \frac{2i}{n}\right) + \frac{1}{8} \right\} = \frac{M_{1-2}\,lh}{2(n-1)\,EI_h} \left\{ \left[\frac{1}{2n}\left(\frac{n}{2} - 1\right)\frac{n}{2} - \right.\right.$$

$$\left. - \frac{1}{6n^2}\left(\frac{n}{2} - 1\right)\frac{n}{2}(n-1) + \frac{1}{8} \right] +$$

$$+ \left[(n-1) + \frac{n}{6n^2}(n-1)(2n-1) - \frac{2}{2n}(n-1)\,n \right] -$$

$$- \left[\frac{n}{2} + \frac{1}{6n^2}\left(\frac{n}{2}\right) + \left(\frac{n}{2} + 1\right)(n+1) - \right.$$

$$- \frac{2}{2n}\left(\frac{n}{2}\right)\left(\frac{n}{2}+1\right)\Bigg] + \frac{1}{8}\Bigg\} =$$

$$= \frac{M_{1-2}\, lh}{2\,(n-1)\, El_h}\Bigg\{\frac{n-2}{8} - \frac{(n-2)\,(n-)1}{24\,n} + (n-1) +$$

$$+ \frac{(n-1)\,(2n-1)}{6\,n} - (n-1) - \frac{n}{2} - \frac{(n+2)(n+1)}{24\,n} +$$

$$+ \frac{n+2}{4} + \frac{1}{4}\Bigg\} = \frac{M_{1-2}\, lh}{48n\,(n-1)\, El_h}\,(3n^2 - 3n) =$$

$$= \frac{M_{1-2}\, lh}{16\, El_h}$$

Será portanto

$$f = \frac{M_{1-2}\, l^2}{16\, El_l}\,(1+k)$$

$$\text{em que } k = \frac{k\, l_l}{l\, l_h} = \frac{a\, l_l}{b\, l_h}\,\frac{n-1}{n}$$

Para a viga de momento de inércia constante,

$$k = 0{,}5\,\frac{a}{b} \text{ para } n = 2$$

$$k = 1{,}0\,\frac{a}{b} \text{ para } n = \infty$$

$$k = 0 \text{ para } n = 1$$

b) Sendo n ímpar teremos para valor de f_h

$$f_h = \frac{M_{1-2}\, lh}{2\,(n-1)\, El_h}\Bigg[\frac{1}{n}\sum_{i=i}^{i=\left(\frac{n-1}{2}\right)}\left(i - \frac{i^2}{n}\right) +$$

$$+ \frac{1}{8} + \sum_{i=\left(\frac{n+1}{2}\right)}^{i=(n-1)}\left(1 + \frac{i^2}{n^2} - \frac{2i}{n}\right) + \frac{1}{8}\Bigg]$$

$$= \frac{M_{1-2}\, lh}{2\,(n-1)\, El_h}\Bigg\{\frac{1}{2n}\left(\frac{n-1}{2}\right)\left(\frac{n+1}{2}\right) -$$

$$- \frac{n}{6n^2}\left(\frac{n-1}{2}\right)\left(\frac{n+1}{2}\right) + \Bigg[(n-1) +$$

$$+ \frac{n}{6n^2}\,(n-1)\,(2n-1) - \frac{2n}{2n}\,(n-1)\Bigg] - \Bigg[\frac{n-1}{2} +$$

$$+ \frac{n}{6n^2}\left(\frac{n-1}{2}\right)\left(\frac{n+1}{2}\right) - \frac{2n}{2n}\left(\frac{n-1}{2}\right)\Bigg] +$$

$$+ \frac{1}{4}\Bigg\} = \frac{M_{1-2}\, lh}{2n\,(n-1)\, El_h}\Bigg\{\frac{n^2-1}{8} - \frac{n^2-1}{24} +$$

$$+ n\,(n-1) + \frac{(n-1)\,(2n-1)}{6} - n\,(n-1) -$$

$$- \frac{n\,(n-1)}{2} - \frac{n^2-1}{24} + \frac{n\,(n-1)}{4} + \frac{n}{4}\Bigg\} =$$

$$= \frac{M_{1-2}\, lh}{48n\,(n-1)\, El_h}\,(3n^2+3) = \frac{M_{1-2}\, lh\,(n^2+1)}{16n\,(n=1)\, El_h}$$

Teremos portanto

$$f = \frac{M_{1-2}\, l^2}{16\, El_l}\,(1+k)$$

$$\text{em que } k = \frac{a\, l_l\,(n^2+1)}{b\, l_h\, n^2}$$

Na hipótese de ser $l_l = l_h$

$$k = 1{,}25\,\frac{a}{b} \text{ para } n = 2$$

$$k = 1{,}00\,\frac{a}{b} \text{ para } n = \infty$$

$$k = 0 \text{ para } n = 1$$

2.4 — *Aplicação dos momentos M_{1-2} e M_{2-1} nos apoios 1 e 2*

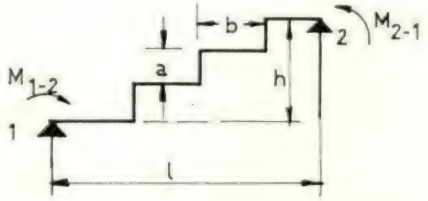


Fig. 10 — Viga simplesmente apoiada, de eixo quebrado em n degraus, sujeita à acção de momentos nos dois apoios

A flecha a meio será

$$f = \frac{(M_{1-2} + M_{2-1})\, l^2}{16\, E\, l_l}\,(1+k)$$

em que k assume o valores indicados em 2.3.

3 — VIGA SIMPLESMENTE APOIADA DE UM LADO E PERFEITAMENTE ENCASTRADA NO OUTRO

3.1 — *Actuação de uma carga uniformemente distribuída g.*

Tomando para incógnita hiperestática R_1 temos trechos horizontais

$$M = R_1 x - \frac{g x^2}{2} \; ; \; \frac{\partial M}{\partial R_1} = x$$

e nos trechos verticais

$$M = R_1 \frac{i\,l}{n} - \frac{g}{2} \frac{i^2 l^2}{n^2}$$

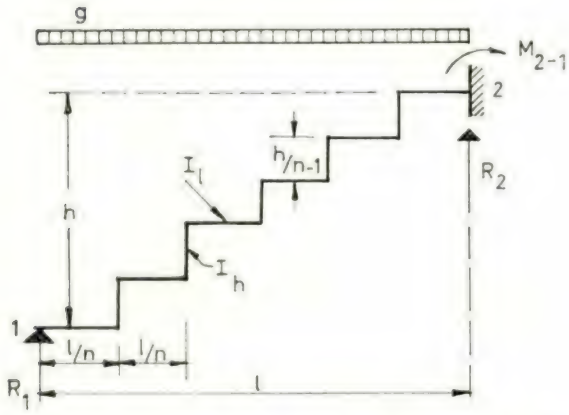


Fig. 11 — Viga simplesmente apoiada de um lado e perfeitamente encastrada do outro, de eixo quebrado em n degraus, sujeitas à acção de uma carga uniformemente distribuída

Virá portanto, de acordo com o teorema de Castigliano,

$$\int_0^{(l+h)} \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial R_1} ds = 0$$

$$\frac{R_1}{I_l} \int_0^l x^2 dx - \frac{g}{2 I_l} \int_0^l x^3 dx +$$

$$+ \frac{R_1 l^2 h}{n^2 (n-1) I_h} \sum_{i=1}^{i=(n-1)} i^2 - \frac{g l^3 h}{2n^3 (n-1) I_h}$$

$$\sum_{i=1}^{i=n-1} i^3 = 0; \; \frac{F_l}{I_l} \frac{l^3}{3} - \frac{g}{2 I_l} \frac{l^4}{4} +$$

$$+ \frac{h}{(n-1) I_h} \left[\frac{R_1 l^2}{6n^2} \times (n-1) n (2n-1) - \right.$$

$$\left. - \frac{g l^3}{8n^3} (n-1)^2 n^2 \right] \frac{h}{n I_h} = 0$$

$$\frac{R_1 l^3}{3} \left[\frac{l}{I_l} + \frac{(2n-1) h}{2 l n I_h} \right] - \frac{g l^4}{8} \left[\frac{l}{I_l} + \frac{(n-1) h}{n^2 l I_h} \right]$$

$$R_1 \quad \frac{3\,gl}{8} \left[\frac{\frac{h}{I_l} + \frac{(n-1) h}{n^2 l}}{\frac{I_h}{I_l} + \frac{(2n-1) h}{2n l}} \right]$$

ou ainda, tendo em conta as dimensões a × b de um degrau

$$R_1 = \frac{3\,gl}{8} \; k$$

$$\text{em que } k = \frac{1 + \dfrac{a\,I_l\,(n-1)^2}{b\,I_h\,n^3}}{1 + \dfrac{a I_l}{b I_h} \dfrac{(2n-1)(n-1)}{2n^2}}$$

No caso da viga de momento de inércia constante ($I_h = I_l$)

$$\text{Para } n = 2, \; k = \frac{8b + a}{8b + 3a} = \begin{matrix} 0{,}82 \text{ para } a = 0{,}4b \\ 0{,}91 \text{ para } a = b \end{matrix}$$

Para $n = \infty$ $k = 1{,}0$. Portanto o seu valor não é muito variável com o número de degraus.

Para $n = 1$, $k = 1{,}0$

Teremos então, para expressão de M_{2-1}

$$M_{2-1} = R_1 l - \frac{g l^2}{2} = g l^2 \left(\frac{3}{8} k - \frac{1}{2} \right) = -$$

$$= - \frac{g l^2}{8} (4 - 3k)$$

3.2 — *Actuação de cargas concentradas F nos vértices*

Teremos, de modo semelhante a 3.1 nos elementos horizontais

$$M = R_1 x - (i-1) Fx + \frac{i(i-1)}{2} \frac{Fl}{n}$$

e nos elementos verticais

$$M = R_1 \frac{l}{n} i - (i-1) \frac{Fil}{n} + \frac{i(i-1)}{2} \frac{Fl}{n} =$$

$$= R_1 \frac{il}{n} - \frac{Fl}{2n} (i^2 - i)$$

A equação resolvente será, como no caso anterior,

$$\int_0^{(l+h)} \frac{Mx}{EI} ds = 0$$

BIBLIOTECA DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO LISBOA

AR renovado

Ventiladores de tecto EFACEC

Aumente a produtividade do seu pessoal instalando na sua FÁBRICA ou OFICINA os Ventiladores de tecto EFACEC·PDT

- Inteiramente fabricados em poliester reforçado ·fibra de vidro·
- Instalação imediata sem necessidade de qualquer trabalho de construção civil
- Funcionamento silencioso
- Persianas de fecho automático

INSTALAÇÕES DE VENTILAÇÃO INDUSTRIAL E TRANSPORTE PNEUMÁTICO EFACEC

SERVIÇOS COMERCIAIS:
LISBOA·Rua Rodrigo da Fonseca, 76·3º
PORTO·Rua Sá da Bandeira, 706·5º

GESTRA e GESTRA-KSB

Purgadores de funcionamento termostático e termodinâmico, tipos BK, HK e UNAMAT PN 6/10/16/25.
Construção normal: corpo de aço forjado C 22, órgãos interiores de aço inoxidável. Trabalham automàticamente até 8/17/22 atmosferas de pressão diferencial. Ligações soldadas, roscadas segundo BSP ou NPT e com flanges segundo DIN ou ASA.

BK 15
UNAMAT

HK

Execuções para altas pressões com o mesmo princípio de funcionamento até PN 500 (existentes em PN 40/100/160/ /320/500).

BK 17/18/110/111/112

Purgadores termodinâmicos para grandes caudais até 200 m³/h e para pressões máximas, com órgãos de obturação escalonadas GESTRA, até PN 640.

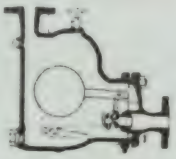
GK/NK

Válvula de descarga GESTRA-KSB tipo AK. A válvula de descarga tipo AK serve para a purga no arranque de grandes instalações e turbinas. Fecha-se ao atingir certa temperatura sem energia auxiliar. Construções até PN 500 (existentes em PN 40/160/500).

AK

Purgadores de flutuador GESTRA-KSB com dispositivo para purga de ar automático ou manual, para qualquer aplicação até PN 160 (existentes em PN 16/25/40/100/160). Construções especiais para a purga de redes de ar comprimido.

UNA-Spezial



Válvulas de retenção GESTRA, de Disco, tipo RK, nos diâmetros nominais de 15-400 mm até PN 40. Corpos de bronze, aço vazado, aço inoxidável, etc. Órgãos interiores sempre de aço inoxidável. Para fluidos voláteis, com disco revestido a Viton ou Perbunan. As válvulas GESTRA de disco tipo RK impõem-se sobretudo pelas suas reduzidas dimensões, pela sua vedação perfeita, peso mínimo e fácil montagem.

RK 46

RK 41/44/46

Visores VKN e VK 35 para o controle visual da passagem de todos os tipos de fluidos em tubagens para o controle de permutadores de calor e do funcionamento de purgadores (existentes em PN 16/25/40).

VKN

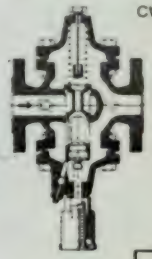
Válvulas misturadoras GESTRA, Calormix MT 22, para a produção de água quente por mistura de água fria com vapor. Regulação manual sem graduação. Ruídos mínimos. Ausência de resíduos de calcário mesmo a temperaturas críticas, por distribuição adequada da câmara de mistura.

MT

Reguladores automáticos de temperatura de saída, tipo BW, com comando termostático para adaptação a instalações de aquecimento, com água quente e sobreaquecida e com termofluidos.
Válvulas limitadoras de temperatura de saída de água de refrigeração, tipo CW, com comando termostático para a redução do consumo de água de refrigeração.

BW

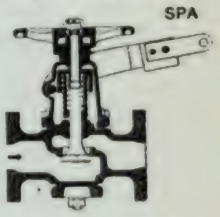
CW



Válvulas de fecho rápido para a purga periódica de caldeiras, tipos ZA, SPA, PA, com accionamento manual ou por pedal. Aptas para todas as condições de serviço e para todos os tipos de caldeiras. Estas válvulas existem também com comando a distância e programação eléctrica (existentes em PN 25/40/64/160/250).

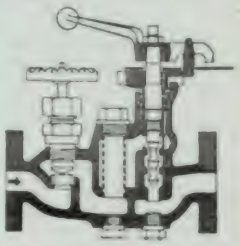
ZA

SPA



Válvulas reguladoras GESTRA Reactomat BA, com órgãos de obturação escalonados para a purga contínua de lamas em caldeiras (existentes em PN 40/64/100/ /160/250/320).

BA



Filtros SZ até DN 50 (2") e PN 500 (existentes em PN 40/160/320/500).

Estão à sua disposição informações mais completas dos aparelhos que lhe interessam. Solicite-as, indicando com uma ☒, a:

VALADAS, LDA.
Av. D. Carlos I, 60
LISBOA - 2
Telef. 66 31 13

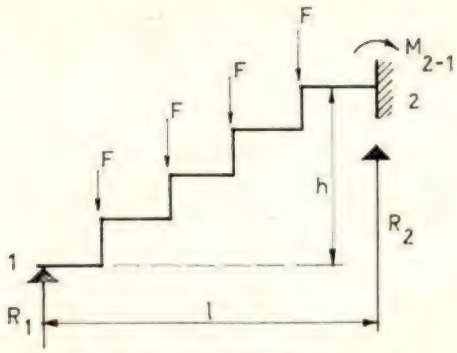


Fig. 12 — Viga simplesmente apoiada de um lado e perfeitamente encastrada do outro, do eixo quebrado em n degraus sujeitas a cargas concentradas F nos vértices

$$\frac{1}{I_l}\left\{R_l\int_0^l x^2\,dx - F\sum_{i=1}^{i=n}(i-1)\int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} x^2\,dx + \right.$$

$$\left. + \frac{Fl}{2n}\sum_{i=1}^{i=n} i^2 - i)\int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} x\,dx\right\} +$$

$$+ \frac{h}{n(n-1)\,I_h}\left\{\frac{R_l\,l^2}{n^2}\sum_{i=1}^{i=(n-1)} i^2 - \frac{Fl^2}{2n^2}\times\right.$$

$$\left.\times\sum_{i=1}^{i=(n-1)}(i^3 - i^2)\right\} = 0$$

O 1.° colchete tem por valor

$$\frac{l^3}{3\,I_l}\left[R_l - \frac{(n-1)(3n-1)}{8n}F\right]$$

que, igualado a zero, corresponde à reacção do apoio 1 de uma viga de eixo rectilíneo carregada da mesma maneira que estamos a considerar em relação à viga de eixo quebrado.

Será, com efeito,

$$R_l\int_0^l x^2\,dx = R_l\,\frac{l^3}{3}$$

$$F\int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} x^2\,dx = \frac{Fl^3}{3n^3}(3i^2 - 3i + 1)$$

$$\frac{Fl}{2n}\int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} x\,dx = \frac{Fl^2}{4n^3}(2i - 1)$$

$$\frac{Fl^3}{3n^3}\sum_{i=1}^{i=n}(i-1)(3i^2 - 3i + 1) =$$

$$\frac{Fl^3}{3n^3}\sum_{i=1}^{i=n}(3i^3 - 6i^2 + 4i - 1) =$$

$$\frac{Fl^3}{3n^3}\left[\frac{3}{4}n^2(n+1)^2 - n(n+1)(2n+1) + \right.$$

$$\left. + 2n(n+1) - n\right] = \frac{Fl^3}{3n^2}\left\{(n+1)\left[\frac{3}{4}n(n+1) - \right.\right.$$

$$\left.\left. - (2n+1) + 2\right] - 1\right\} = \frac{Fl^3}{12\,n^2}\left\{(n+1)(3n^2 - \right.$$

$$\left. - 5n + 4) - 4\right\} = \frac{Fl^3}{12\,n}(3n^2 - 2n - 1)$$

$$\frac{Fl^2}{4n^3}\sum_{i=1}^{i=n}(i^2 - i)(2i - 1) = \frac{Fl^3}{4n^3}\sum_{i=1}^{i=n}(2i^3 - 3i^2 + i)$$

$$= \frac{Fl^3}{4n^3}\left[\frac{1}{2}n^2(n+1)^2 - \frac{1}{2}n(n+1)(2n+1) + \right.$$

$$\left. + \frac{n(n+1)}{2}\right] = \frac{Fl^3}{8n^2}(n+1)\left[n(n+1) - \right.$$

$$\left. - (2n+1) + 1\right] = \frac{Fl^3}{8n}(n+1)(n-1)$$

Virá portanto para valor da soma dentro do primeiro colchete,

$$\frac{l^3}{I_l}\left[\frac{R_l}{3} - \frac{F}{12n}(3n^2 - 2n - 1) + \frac{F}{8n}(n^2 - 1)\right] -$$

$$- \frac{l^3}{24\,EI_l}\left[8\,R_l - \frac{F}{n}(3n^2 - 4n + 1)\right] = \frac{l^3}{3\,EI_l}\times$$

$$\times\left[R_l - \frac{F}{8\,n}(n-1)(3n-1)\right]$$

No que se refere ao 2.° colchete teremos:

$$\frac{l^2\,h}{n(n-1)\,I_h}\left\{\frac{R_l}{6n^2}(n-1)\,n\,(2n-1) - \frac{F}{2n^2}\times\right.$$

$$\left.\times\left[\frac{(n-1)^2\,n^2}{4} - \frac{(n-1)\,n\,(2n-1)}{6}\right]\right\} = \frac{l^3\,h}{l\,I_h}\times$$

$$\times\left\{\frac{R_l}{6n^2}(2n-1) - \frac{F}{24n^2}\left[3n(n-1) - 2(2n-1)\right]\right\} =$$

$$= \frac{l^3\,h}{24\,n^2\,l\,I_h}\left[4\,R_l\,(2n-1) - F(3n^2 - 7n + 2)\right]$$

Virá portanto

$$\frac{24n\ I_l}{l}\left[8n\ R_l - F\,(n-1)\,(3n-1)\right] + \frac{h}{24n^2\ l\ I_h}\times$$

$$\times\left[4\ R_l\,(2n-1) - F\,(3n^2-7n+2)\right] = 0$$

$$\frac{4}{I_l}\,R_l\left[2n^2 + \frac{(2n-1)\,h\ I_l}{I_h}\right] - \frac{F}{I_l}\left[(n-1)\times\right.$$

$$\left.\times\,(3n-1)\,n + (3n^2-7n+2)\,\frac{h\ I_l}{l\ I_h}\right]$$

$$R_l = \frac{(n-1)\,(3n-1)}{8n}\,Fk$$

$$\text{em que } k = \frac{1 + \dfrac{a\ I_l}{b\ I_h}\,\dfrac{3n^2-7n+2}{n^2\,(3n-1)}}{1 + \dfrac{a\ I_l}{b\ I_h}\,\dfrac{(2n-1)\,(n-1)}{2n^3}}$$

No caso de ser $I_l = I_h$,

$$\text{para } n\ 2,\ k = \frac{1}{1 + \dfrac{3a}{32b}} \begin{cases} = 0{,}93 \text{ para } a = 0{,}4b \\ = 0{,}92 \text{ para } a = b \end{cases}$$

$n =\ ,\ k = 1$

$n = 1,\ k = 0$

4 — VIGA PERFEITAMENTE ENCASTRADA NOS DOIS APOIOS

4.1 — *Actuação de uma carga uniformemente distribuida g*

Dada a simetria, $R_1 = R_2 = \dfrac{gl}{2}$ e portanto nos trechos horizontais

$$M = M_{1-2} + \frac{glx}{2} - \frac{gx^2}{2}\ ;\ \frac{\partial M}{\partial M_{1-2}} = 1$$

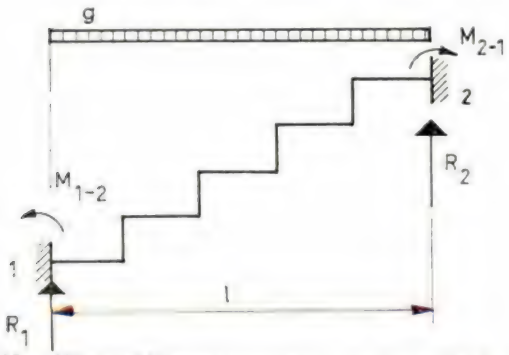


Fig. 13 — Viga perfeitamente encastrada, de eixo quebrado em n degraus, sujeita a uma carga uniformemente distribuida

Nos elementos verticais, a expressão de M é a mesma, podendo, nela x tornar, sucessivamente os valores

$$x = \frac{l}{n},\ \frac{2\,l}{n}\ \ldots\ \frac{il}{n}\ \ldots\ \frac{n-1}{n}\,l,$$

como nos casos anteriores

Teremos, pois, a equação

$$\int_o^{(l+h)} \frac{M}{EI}\,ds = 0, \text{ ou seja}$$

$$\left\{\frac{M_{1-2}}{I_l}\int_o^{l} dx + \frac{bl}{2\,I_l}\int_o^{l} x\,dx - \right.$$

$$\left. - \frac{g}{2\,I_l}\int_o^{l} x^2\,dx\right\} + \frac{h}{I_h}\left\{M_{1-2} + \frac{gl^2}{2n\,(n-1)}\right.$$

$$\left.\sum_{i=1}^{i=(n-1)} i - \frac{gl^2}{2n^2\,(n-1)}\sum_{i=1}^{i=(n-1)} i^2\right\} = 0$$

O valor do 1.° colchete é $\dfrac{1}{I_l}\left[l\ M_{1-2} + \dfrac{gl^3}{12}\right]$,

parcela que corresponde à viga recta de vão l sujeita à carga uniformemente distribuida g.

O valor do 2.° colchete é

$$\frac{h}{I_h}\left\{M_{1-2} + \frac{gl^2}{2n}\left[\frac{n\,(n-1)}{2\,(n-1)} - \frac{n\,(n-1)\,(2n-1)}{6n\,(n-1)}\right]\right\} =$$

$$= \frac{h}{I_h}\left\{M_{1-2} + \frac{gl^2}{2}\left(\frac{1}{2} - \frac{2n-1}{6n}\right)\right\} = \frac{h}{I_h}\times$$

$$\times\left(M_{1-2} + \frac{gl^2}{12n}\,(n+1)\right)$$

Vem portanto

$$\frac{lM_{1-2}}{I_l}\left(1 + \frac{h\ I_l}{l\ I_h}\right) = -\frac{gl^3}{12\ I_l}\left[1 + \frac{h\ I_l}{l\ I_h}\,(n+1)\right]$$

$$M_{1-2} = -\frac{gl^2}{12}\,k$$

$$\text{em que } k = \frac{1 + \dfrac{a\ I_l}{b\ I_h}\,\dfrac{n^2-1}{n^2}}{1 + \dfrac{a\ I_l}{b\ I_h}\,\dfrac{n-1}{n}}$$

No caso de ser $I_l = I_h$ teremos

$$k = \frac{4b + 3a}{4b + 2a} \left\{ \begin{array}{l} = 1{,}08 \text{ para } a = 0{,}4b \\ = 1{,}17 \text{ para } a = b \end{array} \right\} \text{ sendo } n = 2$$

$k = 1$ para $n = \infty$

$k = 1$ para $n = 1$

Portanto o momento de encastramento perfeito pouco difere, em qualquer caso, do que corresponde à viga recta, sujeita à mesma hipótese de carga.

4.2 — *Actuação de cargas F concentradas nos vértices*

$$R_1 - R_2 \frac{F}{2} (n - 1)$$

Nos trechos horizontais

$$M = M_{1\text{-}2} + \frac{F}{2} (n - 1) x - (i - 1) Fx + \frac{(i - 1) i}{2} \frac{Fl}{n}$$

Nos trechos verticais

$$M = M_{1\text{-}2} + \frac{Fl}{2} \frac{n - 1}{n} i - \frac{Fl}{2n} i (i - 1)$$

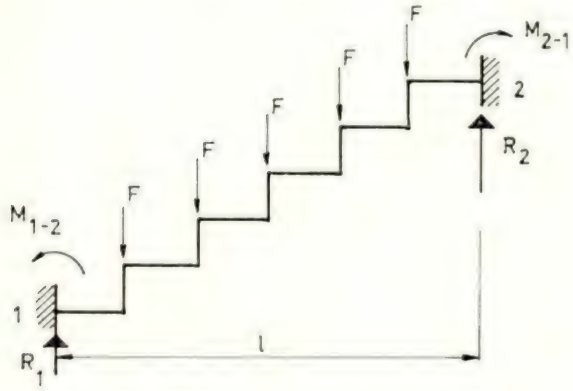


Fig. 14 — Viga perfeitamente encastrada, de eixo quebrado em n degraus, sujeitas a cargas concentradas F nos vértices

sendo, em qualquer hipótese, $\frac{\partial M}{\partial M_{1-2}} = 1$

A equação resolvente é,

$$\int_o^{(l+h)} \frac{M}{EI} ds = 0, \text{ que nos dá}$$

$$\frac{1}{I_l} \left\{ M_{1-2} \int_o^l dx + \frac{F}{2} (n - 1) \int_o^l x \, dx - \right.$$

$$- \sum_{i=1}^{i=n} (i - 1) F \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} x \, dx + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(i - 1) i}{2} \frac{Fl}{n} \times$$

$$\left. \times \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} dx \right\} + \frac{1}{I_h} \left\{ M_{1\text{-}2} \int_o^h dy + \frac{Fl}{2} \frac{n - 1}{n} \times \right.$$

$$\times \sum_{i=1}^{i=(n-1)} i \, \Delta y - F \frac{l}{2n} \sum_{i=1}^{i=(n-1)} i (i - 1) \Delta y$$

A soma dentro do 1.º colchete é igual a

$$\frac{lM_{1\,2}}{I_l} + \frac{Fl^2 (n^2 - 1)}{12n \, I_l}$$

que corresponde à expressão do momento de encastramento perfeito da viga de eixo rectilíneo de vão l, sujeita às mesmas cargas. Com efeito, temos

$$M_{1\text{-}2} \int_o^l dx = M_{1\text{-}2}$$

$$\frac{F}{2} (n - 1) \int_o^l x \, dx = \frac{Fl^2}{4} (n - 1)$$

$$F \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} x \, dx = \frac{Fl^2}{2} \left[\frac{i^2}{n^2} - \frac{(i - 1)^2}{n^2} \right] =$$

$$= \frac{F (2i - 1) l^2}{2n^2} \quad \frac{Fl^2}{2n^2} \sum_{i=1}^{i=n} (2i - 1) (i - 1) = \frac{Fl^2}{2n^2}$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} (2i^2 - 3i + 1) = \frac{Fl^2}{2n^2} \frac{1}{3} n (n + 1) (2n + 1) -$$

$$\frac{3}{2} n (n + 1) + n = \frac{Fl^2}{12n} (4n^2 - 3n - 1)$$

$$F \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} dx = \frac{Fl}{n}$$

$$\frac{Fl^2}{2n^2} \sum_{i=1}^{i=n} (i^2 - i) = \frac{Fl^2}{2n^2} \left[\frac{1}{6} n (n + 1) (2n + 1) - \right.$$

$$\left. - \frac{n (n + 1)}{2} \right] = \frac{Fl^2 (n + 1)}{6n} (n - 1)$$

A soma destes termos tem por valor, como se indicou atrás,

$$\frac{l}{I_l} M_{1\text{-}2} + \frac{Fl^2}{I_l}\left[\frac{n-1}{4} - \frac{4n^2-3n-1}{12n} + \frac{n^2-1}{6n}\right] =$$

$$= \frac{l}{I_l} M_{1\text{-}2} + \frac{Fl^2}{12n\, I_l}(n^2-1)$$

As parcelas dentro do 2.° colchete calculam-se como segue:

$$M_{1\text{-}2}\int_0^h dy = h\, M_{1\text{-}2}$$

$$\frac{Fl}{2}\,\frac{n-1}{n}\sum_{i=1}^{i=(n-1)} i\,\Delta y = \frac{Plh}{4}(n-1)$$

$$\frac{2n}{Fl}\sum_{i=1}^{i=(n-1)} i\,(i-1)\,\Delta y = \frac{F\,l\,h}{n\,(n-1)} \times$$

$$\times \sum_{i=1}^{i=(n-1)} (i^2 - i) = \frac{F\,l\,h}{6}(n-2)$$

e a sua soma tem por valor

$$\frac{1}{EI_h}\left[hM_{1\text{-}2} + \frac{F\,l\,h}{4}(n-1) - \frac{F\,l\,h}{6}(n-2)\right] =$$

$$= \frac{1}{EI_h}\left[hM_{1\text{-}2} + \frac{F\,l\,h}{12}(n+1)\right]$$

Vem portanto

$$M_{1\text{-}2}\left[\frac{l}{I_l} + \frac{h}{I_h}\right] = -\frac{Fl}{12}\left[\frac{l\,n^2-1)}{n\,I_l} + \frac{h\,(n+1)}{I_h}\right]$$

Fazendo, como anteriormente,

$$a = \frac{h}{n-1} \qquad b = \frac{l}{n}$$

e pondo em evidência o valor do momento de encastramento perfeito da viga de eixo rectilíneo de igual vão l e igualmente carregada, resulta

$$M_{1\text{-}2} = -\frac{Fl\,(n^2-1)}{12n}\;\frac{\dfrac{I_h}{I_l} + \dfrac{h}{l}\,\dfrac{n}{n-1}}{\dfrac{I_h}{I_l} + \dfrac{h}{l}} =$$

$$= -\frac{Fl\,(n^2-1)}{12n}\,k$$

em que $k = \dfrac{1 + \dfrac{a}{b}\,\dfrac{I_l}{I_h}}{1 + \dfrac{a\,l}{b\,l_h}\,\dfrac{n-1}{n}}$

Como fizemos anteriormente, particulando o valor de k para o caso de ser $I_h = I_l$ (viga de momento de inércia constante) obtém-se:

$$\text{Para } n = 2 \quad k = \frac{1 + \dfrac{a}{b}}{1 + \dfrac{a}{2b}} \begin{cases} 1{,}17 & \text{para } a = 0{,}4b \\ 1{,}33 & \text{para } a = b \end{cases}$$

Para $n = \infty$, $k = 1$ como para $n = 1$ (viga de eixo rectilíneo de vão l) também é $k = 1$. A diferença em relação ao momento de encastramento perfeito que corresponde à viga de eixo rectilíneo de vão l e igualmente é, agora, maior do que no caso anterior, quando o número de degraus é pequeno.

4.3 — *Deslocamento Δy na direcção perpendicular ao vão*

Considerando a viga descarregada teremos, para o deslocamento $-\Delta y$ do apoio 1, o sistema resolvente

$$\int_0^{l+h} \frac{M}{EI}\,\frac{\partial M}{\partial M_{1\text{-}2}}\,ds = 0$$

$$\int_0^{l+h} \frac{M}{EI}\,\frac{\partial M}{\partial R_1}\,ds = 0$$

Nos trechos horizontais

$$M = -R\;x + M_{1\text{-}2}\,;\quad \frac{\partial M}{\partial M_{1\text{-}2}} = 1\,;\quad \frac{\partial M}{\partial R_1} = -x$$

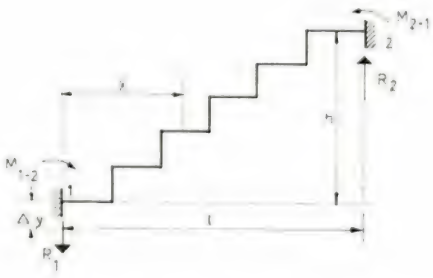


Fig. 15 — Deslocamento $-\Delta y$ do apoio 1 da viga encastrada e de eixo quebrado em n degraus

Nos trechos verticais

$$M = M_{1-2} - \frac{R_1\,l}{n}\,i\,;\quad \frac{\partial M}{\partial M_{1-2}} = 1;\quad \frac{\partial M}{\partial R_1} = -\frac{l\,i}{n}$$

Teremos portanto

$$\begin{cases} \dfrac{1}{I_l}\displaystyle\int_0^l (-R_1 x + M_{1-2})\, d x + \\ + \dfrac{h}{(n-1) I_h} \displaystyle\sum_{i=1}^{i=n-1} \left(M_{1-2} - \dfrac{R_1 l}{n} i\right) = 0 \\ \dfrac{1}{I_l}\displaystyle\int_0^l (-R_1 x^2 + M_{1-2} x)\, dx + \\ + \dfrac{h}{(n-1) I_h} \displaystyle\sum_{i=1}^{i=n-1} M_{1-2} \dfrac{i l}{n} - R_1 \dfrac{l^2 i^2}{n^2} = -E \Delta y \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dfrac{1}{I_l}\left(-\dfrac{R_1 l^2}{2} + l M_{1-2}\right) + \dfrac{h}{I_h}\left(M_{1-2} - n \dfrac{R_1 l}{2n}\right) = 0 \\ \dfrac{R_1 l^3}{3} + M_{1-2} \dfrac{l^2}{2} + \dfrac{h\, I_l}{(n-1) I_h}\left[M_{1-2} \dfrac{l}{n} \dfrac{n(n-1)}{2} - \right. \\ \left. - \dfrac{R_1 l^2}{6n^2} n(n-1)(2n-1)\right] = -EI \Delta y \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dfrac{R_1 l^2}{2}\left(\dfrac{1}{I_l} + \dfrac{h}{l I_h}\right) = l M_{1-2}\left[\dfrac{1}{I_l} + \dfrac{h}{l I_h}\right] \\ \dfrac{M_{1-2}}{2} l^2 (1+k) - \dfrac{R_1 l^3}{3}\left(1 + \dfrac{2n-1}{2n} k\right) = -EI \Delta y \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_{1-2}(1+k) = \dfrac{R_1 l}{2}(1+k) \\ \dfrac{M_{1-2}}{2}(1+k) - \dfrac{R_1 l}{3}\left(1 + k - \dfrac{k}{2n}\right) = -EI \Delta y \end{cases}$$

$$R_1 = \frac{2M_{1-2}}{l}; \quad M_{1-2} = \frac{6\, EI_l\, \Delta y}{1 + k - \dfrac{2k}{n}} = -M_{1-2}$$

$$R_1 = -R_2 = -\frac{12\, EI_l\, \Delta y}{1 + k - \dfrac{2k}{n}}$$

4.4 — *Rigidez e coeficiente de transmissão da viga encastrada*

Rodando o apoio 1 do ângulo θ teremos nos trechos horizontais

$$M = M_{1-2} + R_1 x$$

e nos trechos verticais

$$M = M_{1-2} - \frac{R_1 l}{n} i$$

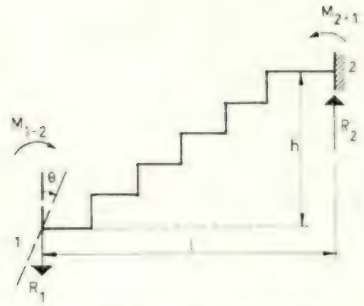


Fig. 16 — Rigidez e coeficiente de transmissão da viga encastrada, e de eixo quebrado em n degraus

O sistema resolvente é

$$\begin{cases} \displaystyle\int_0^{l+h} \frac{M}{EI}\, ds = 1 \\ \displaystyle\int_0^{l+h} \frac{M}{EI}\, x\, ds = 0 \end{cases}$$

que nos dá, tendo em conta o indicado em 4.3,

$$\begin{cases} M_{1-2}(1+k) - \dfrac{R_1 l}{2}(1+k) - \dfrac{EI_l}{I_l} \\ M_{1-2}(1+k) - \dfrac{R_1 l}{3}\left(1 + k - \dfrac{k}{2n}\right) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_{1-2} = \dfrac{2l}{3}(1+k)\left(1 + k - \dfrac{k}{2n}\right) R_1 \\ M_{1-2}(1+k) = \dfrac{3}{2l} M_{1-2} \dfrac{1}{(1+k)\left(1 + k - \dfrac{k}{2n}\right)} = \\ = \dfrac{EI_l}{l} \end{cases}$$

$$R_1 = \frac{6\, EI}{2\left(1 + k - \dfrac{2k}{n}\right)}$$

$$K = M_{1-2} = \frac{4\, EI_l \left(1 + k - \dfrac{k}{2n}\right)}{l(1+k)\left(1 + k - \dfrac{2k}{n}\right)}$$

(rigidez da viga)

$$M_{2-} = \frac{-2\, EI_l \left(1 + k + \dfrac{k}{n}\right)}{l(1+k)\left(1 + k - \dfrac{2k}{n}\right)}$$

$$\eta = -\frac{M_{2-1}}{M_{1-2}} = \frac{1 + k + \dfrac{k}{n}}{2\left(1 + k - \dfrac{k}{2n}\right)}$$

(coeficiente de transmissão)

$$\text{Para} \quad n = \infty, \; K = \frac{4\,EI_l}{l\left(1 + \frac{a}{b}\,\frac{I_l}{I_h}\right)}; \; \varkappa = \frac{1}{2}$$

concluindo-se que a viga de eixo quebrado é muito menos rígida que a viga de eixo rectilíneo, mas o coeficiente de transmissão aproxima-se do que corresponde a esta.

Na hipótese de actuar uma solicitação simétrica podemos considerar metade da viga tomando para sua rigidez

$$K_v = K\,(1 - \varkappa) = \frac{2\,EI_l}{l\,(1 + k)}$$

Na hipótese de actuação uma solicitação antisimétrica,

$$K'_v = K\,(1 + \varkappa) = \frac{6\,EI_l}{l}\;\frac{1 + k + \frac{k}{n}}{1 + k - \frac{2k}{n}}$$

Exemplo 4.º — Determinar os esforços na viga indicada na fig. 17, sendo o momento de inércia dos patamares igual ao dos cobertores dos degraus ($l = l_l$) e o momento de inércia dos espelhos, $l_h = 1{,}95\ l_l$

Teremos neste caso

$$k = \frac{h\,l_l}{l_2\,l_h} = \frac{0{,}72}{1{,}40 \times 1{,}95} = 0{,}264$$

resolvendo-se o problema pelo método de Cross

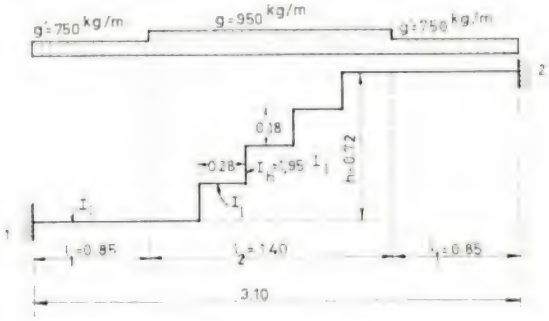


Fig. 17 — Esquema do lanço de escada do exemplo 4.º

Tabela 2 — Valores de α e $\varkappa$

Valores de	$\frac{l_l}{l_h}$	$\frac{a}{b}$	Valores de n								
			2	3	4	5	6	7	8	9	10
$K = \alpha \frac{EI_l}{l}$	2,0	0,5	3,65	3,07	2,75	2,60	2,46	2,40	2,35	2,30	2,28
		1,0	3,50	2,50	2,12	1,92	1,80	1,72	1,67	1,59	1,54
	1,0	0,5	3,80	3,45	3,25	3,14	3,06	3,00	2,97	2,94	2,91
		1,0	3,65	3,07	2,75	2,60	2,46	2,40	2,35	2,30	2,28
	0,5	0,5	3,90	3,70	3,60	3,50	3,45	3,40	3,39	3,38	3,38
		1,0	3,80	3,45	3,25	3,14	3,06	3,00	2,97	2,94	2,91
$\varkappa$	2,0	0,5	0,68	0,61	0,58	0,56	0,56	0,56	0,55	0,54	0,54
		1,0	0,72	0,66	0,62	0,60	0,58	0,57	0,56	0,56	0,55
	1,0	0,5	0,58	0,57	0,55	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53	0,52
		1,0	0,68	0,61	0,58	0,56	0,56	0,56	0,55	0,54	0,54
	0,5	0,5	0,55	0,54	0,53	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
		1,0	0,58	0,57	0,55	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53	0,52

Momentos de encastramento perfeito nos patamares, $\frac{750 \times 0{,}85^2}{12} = 45$ kgm; na viga em degraus,

$$\frac{950 \times 1{,}40^2}{12} \; \frac{1 + 0{,}264 \; \frac{5+1}{5}}{1 + 0{,}264} = 163 \text{ kgm}$$

Rigidez K e coeficiente de distribuição nos patamares: $k = \frac{4 \; EI_1}{l_1} = \frac{4}{0{,}85} \; EI_1 = 4{,}70 \; EI_1$

na viga em degraus, 1.ª e 2.ª etapas, rotação e deslocamento vertical dos nós 2 e 3 (solicitações simétricas)

$$K_v = \frac{2 \; EI_1}{1{,}40 \; (1 + 0{,}264} = 1{,}13 \; EI_1$$

Coeficientes de distribuição

$$\frac{4{,}70}{4{,}70 + 1{,}13} = 0{,}806 \qquad \frac{1{,}13}{4{,}70 + 1{,}13} = 0{,}194$$

As distribuições de momentos que correspondem à 1.ª etapa (nós fixos quanto a deslocamentos) e à 2.ª etapa (deslocamento vertical dos nós 2 e 3) constam da fig. 17. Na 2.ª transmissão tomaram-se para momentos iniciais 1.000 x, só nos patamares porquanto a viga quebrada se desloca paralelamente a si mesma.

$$\times \frac{0{,}7^2}{2} - 740 = 350 \text{ kgm}$$

Os valores cálculados estão referidos na fig. 19

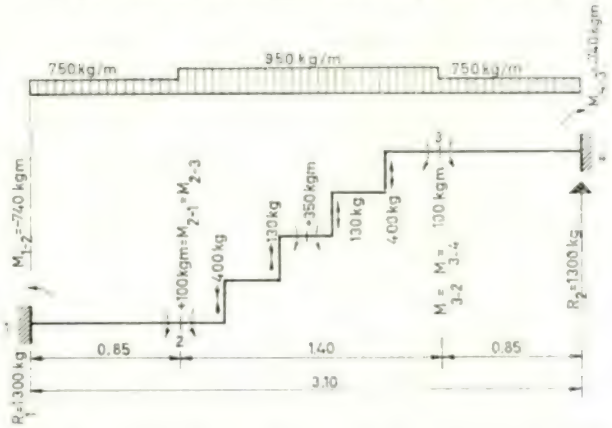


Fig. 19. — Reacções e esforços actuantes no lanço de escada do exemplo 4.º

4.5 — *Rigidez da viga articulada num dos apoios e encastrada no outro*

Este caso pode ser directamente deduzido do indicado em 4.4, aplicado em 2 o momento $+ M_{2\text{-}1}$ para anular o momento ali existente. Vem

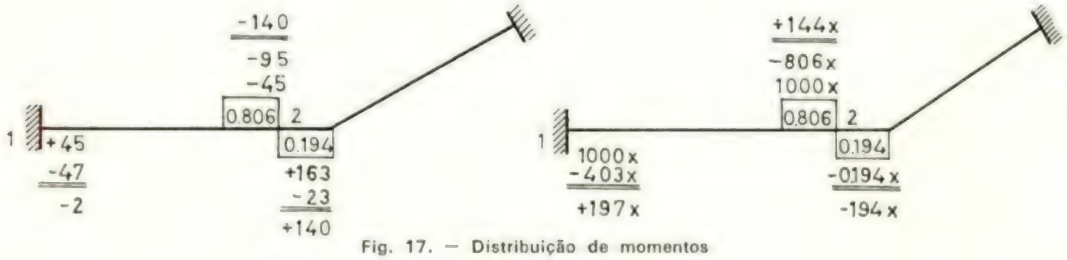


Fig. 17. — Distribuição de momentos

Equação de equilíbrio do nó 2 ($\sum V = 0$)

$$\frac{750 \times 0{,}85}{2} + \frac{950 \times 1{,}40}{2} + \frac{140 + 2}{0{,}85} - \frac{597 + 194}{0{,}85} \; ; \; x = \frac{1{,}163}{930} = 1{,}23$$

Momentos finais e reacções

$M_{1\text{-}2} = -2 + 597 \times 1{,}23 = 740$ kgm
$M_{2\text{-}1} = -140 + 194 \times 1{,}23 = 100$
$R_1 = R_4 = 750 \times 0{,}85 + 950 \times 0{,}70 = 1.300$ kg

Verificação: $M_{2-1} = 1.300 \times 0{,}85 - 740 - 750 \times \times \frac{0{,}85^2}{2} = 100$ kgm

Momento flector a meio vão

$$M_{l/2} = 1.300 \times 1{,}55 - 750 \times \frac{1{,}55^2}{2} - 950 \times$$

$$K_{1\text{-}2} = -(M_{1\text{-}2} + \eta \, M_{2\text{-}1}) - \frac{4 \; EI_1 \; (1 + k - \frac{k}{2n})}{l \; (1 + k) \; (1 + k - \frac{2 \; k}{n})} -$$

$$- \frac{2 \; EI_1 (1 + k + \frac{k}{n})}{l \; (1 + k) \; (1 + k - \frac{2 \; k}{n})} \; \frac{1 + k + \frac{k}{h}}{2 \; (1 + k - \frac{k}{2n})} =$$

$$= \frac{3 \; EI_1}{1 + k - \frac{k}{2n}}$$

Para $n = \infty$, será $K_{1\text{-}2} = \frac{3 \; EI_1}{l \; (1 + \frac{a}{b} \; \frac{l_l}{l_h})}$

DO MUNDO TÉCNICO

A INSPECÇÃO DE SOLDAGENS FACILITADA POR ONDAS ULTRASÓNICAS

Jactos de água utilizados como sondas ultrasónicas com base no princípio de pulsação/eco fazem parte dum sistema de inspecção não-destrutiva da linha de soldadura que foi aprsentado recentemente aos fabricantes britânicos. O equipamento destina-se à inspecção da zona de soldadura de tubos soldados longitudinalmente.

Compreende quatro sondas de jacto independentes que funcionam quer de forma lisa quer com superfície ondulada, e inclui também um dispositivo para verificação da soldadura e a fácil calibração de amostras artificialmente defeituosas. As sondas consistem em transmissores-receptores combinados do tipo não-contacto, ligados por jactos de água, que se regulam independentemente tanto de ângulo como de distância. O acoplamento por jactos de água torna a operação altamente independente do estado da superfície do tubo — e até um tubo de tira de aço laminada a quente e escamada é fàcilmente examinado.

O equipamento pode efectuar a verificação de tubosde 19mm a 180mm de diâmetro, a temperaturas de até 100°C, trabalhando à máquina velocidade possível para a produção de tubos soldados.

A precisão da marcação de qualquer zona de soldagem suspeita é garantida pela incorporação dum sistema de sinais automáticos que ligam o equipamento de verificação a uma pistola pulverizadora accionada a solenóide que se situa mais abaixo na linha de produção.

UMA NOVA BOMBA PARA TRANSPORTE DE CIMENTO SECO

Agregados secos e cimentos podem ser transportados em sentido horizontal e vertical através de grandes distâncias por meio dum novo dispositivo móvel de bombagem que foi apresentado recentemente na Grã-Bretanha.

Cimentos refractários e leves podem ser bombeados em estado seco a distâncias até 304,8 m em sentido horizontal, e até pelo menos 61 m em sentido vertical,atingindo assim locais que normalmente seriam inalcançáveis.

Para a formação do betão, a máquina injecta água no cimento seco e agregado pouco antes da saída do material da conduta. No caso do cimento leve este sistema serve para resolver o problema da sua absorção que, devido à porosidade dos agregados, afecta a fluidez da mistura nas bombas móveis e fixas convencionais, tornando a sua bombagem impossível sem a inclusão dum aditivo.

A quantidade necessária de água é acrescentada ao cimento e ao agregado através dum dispositivo situado perto do fim da conduta e ligado hidráulicamente à roda de alimentação da cuba para que a quantidade de material utilizado possa ser determinado pelas rotações da roda.

Quando utilizada para compactação, a máquina descarrega o material a grande velocidade, a fim de permitir um alto grau de uniformidade, com um mínimo de mão-de-obra. No caso de cimentos leves ou estruturais um bocal que se afixa na ponta de descarga da conduta capta o material descarregando-o numa massa quase sólida e num fluxo que torna o seu manejo fácil.

O dispositivo é montado sobre um chassi normal de automóvel e a força de bombagem é fornecida por um motor diesel independente de 18 cilindros. O motor é ligado a uma ventoinha que serve para levar o material seco pneumàticamente, desde a cuba até à conduta de PVC, através dum braço dobradiço e hidráulico.

Para facilitar a montagem, a conduta, cujo diâmetro é de 152,4 mm, é fornecida em peças individuais de 6,04 m com juntas de acoplamento rápido.

Um simples dispositivo mecânico de segurança que foi desenvolvido na Grã-Bretanha protege os motores diesel e a gasolina dos estragos de gripamento causados pelo mau funcionamento dos sistemas de arrefecimento.

Deignado por «Thermo-Stop», o dispositivo desligador pode ser montado em qualquer tipo de motor de combustão interna e não interfere com o seu funcionamento até a temperatura do líquido de arrefecimento atingir um nível perigoso. Quando a temperatura do motor alcança os 100°C, o Thermo-Stop actua automàticamente, cortando o fornecimento de combustível de forma a desligar o motor.

O Thermo-Stop é aparafusado à cabeça do cilindro ou à câmara de água dos mesmos, ligando-se ao tubo de gasolina um pouco antes da bomba de injecção de combustível ou do carburador.

Fabricado em bronze, com molas de aço inoxidável, o dispositivo compreende um dispositivo de cera sensível à temperatura, pré-regulada para funcionar ao atingir os 100°C. A esta temperatura, a acção do dispositivo de cera desloca uma válvula flutuante para tapar a entrada do combustível, onde se mantém fixa pela pressão do próprio combustível cujo fornecimento ao motor é cortado. Desta forma, desliga-se o motor, evitando assim quaisquer estragos que resultariam do sobreaquecimento. À medida que o dispositivo vai arrefecendo, o Thermo-Stop volta automàticamente ao normal sem qualquer regulação especial, e, desde que se elimine a causa do superaquecimento, ficará inactiva.

Ao contrário dos dispositivos convencionados deste género, o Thermo-Stop é completamente automático, não tem contactos eléctricos ou fios e não interfere com os processos de arranque e operação normais.

Coordenação de António Vieira Pita

robustez começa com TOYOTA

A linha industrial TOYOTA
(empilhadores, tractores de reboque
e pás carregadoras)
beneficia de **garantia total TOYOTA**
pois é integralmente fabricada pela
TOYOTA

Empilhadores com poder de elevação
desde 700 kg a 10 toneladas
Assistência técnica, serviço e peças
em todo o País.

CONSULTAS — **SALVADOR CAETANO, SARL**
VILA N. GAIA — Quilómetro 1, E. N. 222 — Tels.: 98 27 53 e 98 29 92
LISBOA — Av. da República, 45, 7.º-Esq. — Tels.: 76 21 33 e 77 32 88

TOYOTA — uma força nova para a indústria

NOS
LABORATÓRIOS
SUBTERRÂNEOS DA
SKF UM CIENTISTA OCU-
POU-SE DURANTE ANOS A APER-
FEIÇOAR A MÁQUINA DESTINADA A RE-
VOLUCIONAR OS FUNDAMENTOS DA TECNOLOGIA
DOS ROLAMENTOS.

Se não parecemos preocupados, devíamos parecer. Este aparelho vai causar grande agitação entre aqueles que lidam com rolamentos e são muitas mais pessoas do que as que podemos imaginar. Este é o primeiro sistema que permite o controle do estado dum rolamento e que pode prever com certa antecedência uma futura avaria. Em primeiro lugar, vai ajudar o utilizador dos rolamentos, pois irá indicar quando e porque se devem substituir. Vai ajudar, também, os nossos concorrentes, pois os seus clientes podem avisá-los com uma certa antecedência de que vão ter que substituir um rolamento. Enfim, a manutenção preventiva atingiu uma nova era.

Se quer saber mais pormenores, informe-se na

SKF

LISBOA
PRAÇA DA ALEGRIA, 66-A TELEF.: 362301 TELEGR.: ESKAEF

PORTO
RUA DELFIM FERREIRA, 604 TELEF.: 692054 TELEGR.: ESKAEF

C. D. U. 007

A CIBERNÉTICA E A SUA LEITURA

HELDER COELHO
Grupo de Estudos de Cibernética da Uni. de Luanda
Departamento de Eng.ª Electrotécnica

RESUMO

Faz-se a leitura da principal obra (livro) de Wiener e são levantadas algumas questões prévias.

SYNOPSIS

A lecture of «Cybernetics» is done to project the importance of a science.

0. — PREMISSAS INTRODUTÓRIAS

O presente artigo, serviu de base para uma lição professada aos alunos do 1.° e do 2.° anos do curso de Medicina, da Universidade de Luanda.

Pretendeu-se, na sua elaboração, coligir referenciais importantes e não esgotar exaustivamente o problema focado. Antes de tudo , foi intenção do autor abrir uma janela na rede complexa do conhecimento, para que o leitor possa por si (e não só) descobrir os nós dessa mesma rede.

1. — A PRIMEIRA QUESTÃO IMPORTANTE

Ao estabelecermos como projecto a história da cibernética, somos forçosamente levados a interrogar-nos sobre diversas questões. Como grande parte delas são de origem epistemológica, poder-se-ia pensar que o encontrar de respostas na relação cibernética-epistemologia [1], dar-nos-ia uma visão completa dos problemas teóricos.

Tal proposta é enganadora e tem levado a aproximações falsas, as quais se limitam a fazer desvios e a mascarar os verdadeiros mecanismos de produção do conhecimento.

Assim o verdadeiro trabalho de investigação deve debruçar-se não na mudança das respostas, mas na mudança das questões, pois a ciência só evolui na demora da nossa atenção sobre os seus pontos débeis, nos silencios do seu discurso (e não sobre o seu resíduo, o que deixa fora de si, o que não pode resolver).

Concebido o conhecimento como produção, a história torná-lo-á como produto, como resultado. Então, a teoria da história do conhecimento (ou teoria da história da prática teórica) ajudar-nos-á a compreender como são produzidos os conhecimentos humanos, na história da sucessão dos diferentes modos de produção, primeiramente sob a forma de ideologia e em seguida como ciência. Veremos assim o aparecimento do conhecimento, o seu desenvolvimento, a sua diversificação, as rupturas, mudanças teóricas interiores à problemática que comanda a sua produção.

Embora esta história nos dê a *inteligência do mecanismo* da produção dos conhecimentos, não nos consegue dar, para um conhecimentos existente e num momento dado do processo histórico da sua produção, a *inteligência do mecanismo* de apropriação cognitiva do objecto (do conhecimento) real através do objecto pensado. É porém este *mecanismo* que nos interessa e que nos leva a por a seguinte questão: «Porque mecanismo a produção do objecto do conhecimento produz a apropriação cognitiva do objecto real que existe fora do pensamento, no mundo real?

Por muito estranho que pareça estes dois objectos, o objecto real (concreto real ou totalidade real) e o objecto do conhecimento (produto do pensamento; essência) aparecem geralmente sobrepostos. Ora, como apontou Spinoza é necessário não os confundir (Hegel), isto é, não confundir a ideia do quadrado, que é o objecto do conhecimento, com o quadrado, que é o objecto real.

2. — A SEGUNDA QUESTÃO IMPORTANTE

Colocada a primeira questão importante, vamo-nos debruçar sobre a leitura do discurso «Cybernetics» [2], pondo em questão o tipo de leitura.

O primeiro que colocou o problema do ler foi Spinoza, ao propor uma teoria da história e uma filosofia da opacidade do imediato: ligação da essência do ler e da essência da história, numa teoria da diferença do imaginário e do verdadeiro.

Sem interrogarmo-nos sobre o tipo de leitura, caimos fàcilmente na interpretação fácil e no corte

sistemático do discurso (a citação; sua interpretação deslocada). É o caso dos engenheiros especialistas de máquinas automáticas, que encontraram, na primeira parte do livro de Wiener, a configuração duma evolução para a abstracção da exposição da sua técnica e tentaram ou reduzir a cibernética a uma teoria de mecanismos automáticos ou exigir que a tomássemos segundo o termo clássico, automatismo.

Ora há que abandonar o mito especulativo da visão imediata, como leitura, e conceber qualquer obra como um todo, que tem de ser lido repetidas vezes.

Embora reconhecendo que a leitura não é inocente, isto é, que toda a leitura reflecte o leitor (a concepção do conhecimento que sustem o seu objecto), parece-nos ser a *filosófica*, a que melhor pode tratar a questão da natureza do discurso utilizado para abordar o objecto.

Assim, devemos colocar a questão da diferença específica, quer do objecto, quer do discurso, isto é, devemos perguntar a cada passo da leitura em que o objecto da «Cybernetics» se distingue do objecto da sua pré-história.

E este tipo de leitura permite (ao contrário da leitura enquanto engenheiro, físico, anatomista, psicólogo psiquiatra) situar a obra na história do conhecimento e medir o seu valor epistemológico. Mais, leva-nos a pôr a questão: «Cybernetics» representa a fundação de uma disciplina nova, de uma nova ciência?

3. — DO PROCESSO DA PRÁTICA TEÓRICA — CIBERNÉTICA

Contràriamente ao que os empiristas pensam, uma ciência não trabalha sobre o singular e o imediato, mas sim sobre o geral, sobre conceitos existentes gerais (Generalidade I). [3]

Através de uma crítica cerrada ao ideológico anterior, a ciência elabora os seus conceitos especificados, a sua teoria, isto é, produz conhecimentos (Generalidades III).

A ciência trabalha e produz. Trabalha a Generalidade I e produz a Generalidade III. Aos meios de produção chamaremos Generalidade II, isto é, ao corpo de conceitos cuja unidade constitui a «teoria» (campo onde são colocados, sob a forma de problema, as dificuldades encontradas pela ciência no seu objecto, na confrontação dos seus factos e da sua teoria, dos seus conhecimentos antigos e da sua teoria, ou da sua teoria e dos seus novos conhecimentos) num momento histórico determinado.

A prática teórica produz assim Generalidades III pelo trabalho da Generalidade II sobre a Generalidade I. Entre a Generalidade I (ideológica; abstracto) e a Generalidade III (científica; concreto) não há uma identidade de essência, mas o que Bachelard chamou corte epistemológico. O conhecimento, onde se passa toda a prática teórica (Transformação) é então elaborado pela passagem do abstracto ao concreto.

Sabendo então como o conhecimento se processa, podemos escolher o método científico correcto (a partir do abstracto, para produzir o concreto no pensamento)* e construir uma ciência.

Ao analizar a história da Cibernética, deparamos com três estádios fulcrais, que denominaremos: *pré-história de «Cybernetics»*, *«Cybernetics»* e *pós-história* de *«Cybernetics»*.

Esta divisão metodológica ajuda-nos a detectar a viragem da ideologia à ciência, isto é, o corte epistemológico. [4]

3.1. — *Da pré-história de «Cybernetics»*

Na maior parte dos livros que apontam para a aproximação histórica, isto é, que tratam de Cibernética-antes, aparece como constante, a busca dos traços que a motivaram. Parte-se da definição de Wiener e analiza-se semanticamente a sua origem em Platão, no sentido da arte da condução em geral (Couffignal retomará a palavra «arte» para a incluir na sua definição de Cibernética), e a sua re-utilização por Ampère, quando do estudo dos meios de Governo (condução).

Analizada a definição e o total das suas significações, os autores cibernéticos procuram na história dos factos e textos, os motivos que possam legalizar a constituição da sua pré-história.

O emprego da semiótica, ciência das significações, para organizar e estrutorar todo um passado é bastante discutível. Mais, o uso da analogia e o encontrar de modelos Cibernéticos, desvinculados do tempo em que viveram, constitui-se como um simulacro astucioso, mas pernicioso e falso, de fabricação de uma pré-história.

«Só é possível dar um conteúdo ao conceito de tempo histórico, ao definir o *tempo histórico como a forma específica de existência da totalidade social considerada*, existência onde interferem diferentes níveis estruturais de temporalidade, em função das relações próprias de correspondência, não correspondência, articulação, desvio e torção que possuem entre elas, em função da estrutura do conjunto do todo, dos diferentes níveis do todo.» [3] Uma história da Cibernética está ainda por fazer, uma história que trata da construção do seu conceito.

Os livros que a tratam [5], [6], [7], partem da ideia simples que a história é o que está passado, que a Cibernética tem um passado, logo uma história, e que o historiador, que é do «seu tempo», deve-se debruçar com o máximo de objectividade sobre o passado. A objectividade é tomada no sentido de eliminar, no possível as deformações subjectivas e não em constituir um objecto que seria um verdadeiro objecto para uma ciência: a história da Cibernética. Ora, uma história científica não é a redescoberta, a restituição ou mesmo a reconstituição do passado. Fazer a história é construir a sua história, isto é, determinar os momentos históricos dos seus «textos».

(*) Convém não confundir dois conceitos diferentes: *Concreto de pensamento*, que é um conhecimento, com *concreto-realidade*, que é o seu objectivo.

Apontados os perigos da leitura-cópia e do discurso enumerativo e cronológico podemos apresentar a lenta marcha de uma pré-história desfigurada do seu momento:

427 — 347 (antes J. C.)

Platão emprega a palavra Cibernética, como arte de pilotagem, arte de conduzir os homens, isto é, *arte de Governo*.

230 (antes J. C.)

Philon de Bizancio é apontado como o inventor do primeiro mecanismo autoregulador: regulador de nível das lâmpadas de azeite.

1642

Pascal reinventa as teorias de Leonardo da Vinci, sobre a máquina de somar, e desenha um novo mecanismo.

1666

Sir Samuel Morlend apresenta uma máquina aritmética, com as quatro operações.
Descartes estuda o corpo humano como uma máquina, prolongando o mundo da relojoaria de Huygens, aos seres vivos. [8]

1646 — 1716

Aparece pela primeira vez com Leibniz o significado geral da ideia de realimentação. Na sua teoria do modo de organização do universo, a realimentação faz conservar o universo num estado óptimo.
Leibniz, discípulo de Huygens, considera o mundo dos autómatos, segundo o modelo do relógio e observa que os processos mecanicos do cálculo são semelhantes á mecanização do pensamento (máquina do raciocínio).
Com a ajuda destes dois conceitos constrói o seu cálculo lógico.

1708 — 1782

Jacques de Vaucanson constrói um pato, que simulava as funções de comer, beber e de digerir. Sobre este pato tem-se processado uma cerrada discussão. Enquanto uns apontam-no como jogo-brinquedo da época, outros indicam-no como modelo de estudo de um ser vivo.

1777

Charles, Earl Stanhope apresenta a primeira máquina lógica: Logic Demonstrator.

1786

Watt emprega o «seu» regulador na máquina a vapor (servomecanismo destinado a estabilizar o andamento).

1806

Joseph Marie Jacquard constrói a primeira máquina utilizando cartões perfurados, substituindo o trabalho do operador manual.

1808

Monge, no seu curso da Ecole Polytechnique define o conceito da máquina.

1820

Colmar torna comercial uma máquina utilizando o princípio de Leibniz.

1822

Charles Babbage completa a sua máquina, Difference Engine (resolução de equações polinomiais), baseada num princípio descoberto trinta anos antes por Johann Helfrich Von Muller.

1833

Babbage propõe a segunda Difference Engine, que nunca chegou a ser construida, devido a fortes desentendimentos com o Governo e à falta de materiais adequados. Daqui em diante, Babbage trabalha só no desenho e projecto, de modo a concretizar uma máquina que realizasse qualquer tipo de cálculo digital.
A Analytical Machine nunca chegou a ser construida durante a sua existência. No entanto, um modelo, que se encontra no London's Science Museum, foi realizada pelo seu filho.

1834

Ampère utiliza a palavra Cibernética para designar o estudo dos meios de Governo.

1835

Roschensehold publica a seguinte descoberta: a corrente eléctrica é conduzida num só sentido, em certos sólidos (base do diodo-semicondutor como controlador do fluxo de electrões).

1865

Clausius introduz na termodinâmica a noção de entropia («A entropia do Universo tende para um máximo»).
Maxwell elabodra a análise teórica do regulador inventado por Watt.

1868

Maxwell publica um artigo, nos Proceedings of the Royal Society, sobre governo, o qual é o primeiro estudo sistemático da realimentação (feedback).

1869

Willian Jevon reconhece à álgebra de Boole a maior contribuição para a matemática, desde Aristóteles. Apresenta uma máquina a qual utilizava um alfabeto lógico de quatro termos e fazia operações segundo os princípios Booleanos.

1876

Lord Kelvin resolve o problema da integração mecânica duma função.

1877

Reuleaux propõe uma tábua dos mecanismos, na forma duma teoria dedutiva formalizada.

1878

Voit estuda a regulação termica no ser vivo.
Odhner patenteia o método de «pin-wheel», que permite adicionar qualquer digito de 1 a 9.

1879

Kelvin constroi o seu primeiro Tide Preditor, o qual previa os tempos das marés e a altura da água, na costa britânica. Esta máquina destinava-se a medir variações contínuas e não por saltos. Utilizava, portanto, processos analógicos e não digitais.

1880

Pavlov inicia o estudo dos arcos reflexos e desenvolve o conhecimento dos reflexos condicionados até 1926.
Marey mostra que os jactos de água pulsados, se transformam num tubo de borracha, bastante comprido.

1885

Mieseher desenvolve o estudo da respiração nos seres vivos.

1886

Herman Hollerith toma conhecimento com o método de Jacquard e aplica-o na construção de um sistema electromecânico de perfuração. Utiliza-o para tabular o census de 1890 no U. S. A.

1892

Burroughs introduz a ideia da «Keyboard» nos calculadores (a invenção da máquina de escrever é ainda recente).

1905

Koenigs lembra que as máquinas são construidas para o ohmem: «o mecanismo é uma verdadeira zoologia artificial, onde o criador é o próprio homem, guiado por uma grande e misteriosa intuição».

1922

Paul Weiss e Von Bertalauffy [9] introduzem o conceito organização (o todo de uma organização é mais que a soma das suas partes) nos seus estudos.
Bertalauffè define o *sistema* como a organização que é reconhecida e estudada, e apercebe-se que quando da consideração de um sistema, vemos que muitas construções físicas e processos aparentemente dissemelhantes, manifestam características comuns.
A importância da *teoria geral dos sistemas* só será percebida por Bigelow, Rosenblueth e Wiener, em meados da decada dos anos quarenta.

1925

Vannevar Bush aproveita o desenvolvimento das ideias de Kelvin, feito em 1923 por Wainright, e constrói, no MIT, o primeiro computador anológico, o qual resolvia equações diferenciais (diferencial Analyser).

1930

Hess desenvolve o estudo da circulação nos seres vivos.
Encorajado por Bush, Shannon escreve a sua tese publicada mais tarde, «A symbolic analysis of relay and switching circuits».

1931

Ross Ashby publica «Design for a brain». [10]

1932

Laffitte publica o artigo «Reflexions sur la science des machines», percursor da obra da Wiener. [11]
Cannon publica um trabalho, onde os mecanismos homeostáticos são tratados com profundidade. [12]

1934

Carnap aborda o problema da linguagem.

1935

Kalecki estuda os fenómenos da realimentação no domínio das ciências económicas.

1936

Conffignal levanta a questão do interesse do emprego da numeração binária na programação.
A. M. Turing [13] propõe a «máquina de Turing» — um modelo abstrato geral de todas as máquinas lógicas — usando ideias que definem a estrutura geral, fiabilidade e limitações dos computadores digitais. A máquina de Turing é um modelo imaginário, uma máquina que faz cálculos complexos.

1937

Howard Aiken desenha o último computador mecânico afim de resolver equações polinomiais.
Stibitz investiga, nos laboratórios da Bell Telephone, os circuitos magnéticos para relés telefónicos e descobre o adicionador binário.

1938

Stibitz realiza o Complexo Number Computer, primeiro computador digital, controlado elèctricamente por programa.
Wiener e Rosenbleuth decidem explorar os domínios desconhecidos entre os vários campos da ciência.
Couffignal aponta qua o impacto do homem consiste em munir as suas máquinas de uma finalidade.

1939

Howard Aiken principia a construção de uma máquina geral a ASCC (Automatic Sequence Controlled calculator Mark 1). Esta máquina é semelhante à Analytical Engine.

1940

Schmidt pensa numa ciência absolutamente geral dos mecanismos autoreguladores.

1943

Rosenblueth, Wiener e Bigelow [14] publicam um artigo «Behaviour, Purpose and teleology», onde aparece a ideia *interdisciplinar* e a proposta do programa de um grande corpo de trabalhos experimentais.

McCulloch e Pitts [15] publicam um artigo «A Logical Calculus of the ideas immanent in nervous activity», que é uma das primeiras contribuições do estudo do cérebro, a partir de modelos.

O modelo apresentado era uma rede constituida por neurónios formais.

Para McCulloch e Pitts, estas redes eram autómatos capazes de aprender, de elaborar padrões e de assimilar universais.

1944

Howard Aiken apresenta a ASCC Mark 1. John Van Neumann propõe o armazenamento de programas.

1945

Eckert e Mauchly desenham o ENIAC, na Moore School of Electronic Engineering e põe-no a funcionar.

1947

McCulloch e Pitts [16] desenvolvem um sistema que substitui a vista pelo ouvido, de modo a permitir ao cego ler.

1948

Wiener publica «Cybernetics» [2]; Shannon e Weaver, «The mathematical theory of communication» [17]. Wiener apresenta a sua definição de Cibernética: «Ciência do *controle e da comunicação no animal e na máquina*».

3.2 — *Da leitura de «Cybernetics»*

Uma revisão crítica dos mecanismos, do conceito da máquina e das suas inadaptações levou Wiener a pôr em causa a Mecânica clássica.

Assim o seu trabalho assentou na elaboração de novos corpos teóricos e na busca das suas interligações.

Logo na introdução de «Cybernetics» aparece claramente esta intenção. Toda a obra é então organizada de modo a expor de um modo simples (complexo) e fácil (difícil) esta problemática (1).

Na primeira parte Wiener procura definir *espírito cibernético*, através da exposição da mecânica estatística (de Gibbs), da teoria das séries no tempo, da teoria da informação (de Shannon) e da teoria da realimentação.

Segundo Couffignal [6], opera-se, na primeira parte, a relaçèo do pensamento cibernético (2) às ciências exactas e à construção mecânica.

Nos capítulos seguintes processa-se a descrição das relações de semelhança entre as teorias apresentadas e a fisiologia («as máquinas de calcular e o sistema nervoso»), a psicologia («A Gestalt e os universais»), a psiquiatria («A cibernética e a Psicopatologia») e a sociologia («informação, linguagem e sociedade»).

Wiener pretende, nesta segunda parte, elaborar o pensamento cibernético nas ciências do ser vivo.

Parece então claro, que o corpo teórico inicial, teorias físico-matemáticas, foram desenvolvidas de modo a suportar a explicação dos fenómenos psicobiológicos, biológicos e psicológicos que se observam no ser vivo. (3)

Uma tal teoria não pode ser dedutiva [6], isto é, não pode possuir o mecanismo de raciocínio dedutivo (1 — selecionar uma classe à qual pertence um ser determinado; 2 — atribuir a este ser, propriedades acidentais de classe).

«A selecção duma classe, que contém um dado ser, leva-nos a determinar as anologias entre o ser dado e o ser que constitui esta classe. Estes dois seres são então substituidos, pelas suas definições, através do raciocínio.

A selecção duma classe, possuindo um ser particular, estabelece a identidade das propriedades características dos dois seres, o que justifica atribuir ao ser particular as propriedades da classe.

«Quando se constrói um modelo (ser que se constrói segundo as necessidades, possuindo elementos análogos, ao do ser que se pretende explorar) pretende-se que contenha as propriedades do ser em estudo (analogias entre os dois seres). Estas propriedades não constituem geralmente, nem uma definição do original nem a do modelo, donde as propriedades do modelo, que se podem observar, não serem necessàriamente as propriedades do original». [6]

O mecanismo do raciocínio analógico é então mais completo que o do raciocínio dedutivo. (4)

Comparando os dois mecanismos, Couffignal apresentou como vantagens do raciocínio analógico, os seguintes:

«a) Pode-se colocar no modelo propriedades tecnológicas, desprezadas pela teoria.

---

(1) Um dos grandes méritos de Wiener foi o de não ter esquecido que toda a leitura implica trabalho.

(2) «Um traço característico do pensamento cibernético é o de tomar os elementos com os quais constroi o modelo, em todo o domínio dos conhecimentos onde os pode encontrar». [6]

(3) Veja-se a definição de Wiener de Cibernética.

(4) Fases do racicocínio analógico:
1.º) Construção do modelo
2.º) Realização do modelo
3.º) Reeificação das propriedades do modelo, descobertas de novo.
4.º) Verificação das reeificações ao original

b) Os elementos com os quais constituímos um modelo, podem ser tomados em classificações diferentes.

c) O funcionamento do modelo permite observar as propriedades do modelo, que não figuram nas classificações estabelecidas.» [6]

Esta análise levou Couffignal a caracterizar e definir um tipo particular de actividade mental, que chamou *pensamento cibernético (5)*.

Esta leitura de «Cybernetics», é deveras importante pela desconstrução da obra e pela organização dos seus mecanismos internos.

Assim podemos ver como aparece o conhecimento cibernético, isto é, a sua génese. Para Wiener, é o pensamento cibernético quem organiza, de um modo particular, os elementos do conhecimento, quando da construção de cada modelo. A codificação destes raciocínios e dos seus resultados, constitui a partir das informações dadas pelos sentidos, um edifício de conhecimentos, o conhecimento cibernético.

Todas as leituras que se façam de Cibernética revelam-nos o carácter sintético de um conhecimento anterior e as aberturas das suas relações. A obra não se fecha, não cria um espaço delimitado, mas põe termo às ideologias dispersas, às procuras são organizadas. O conceito pluridisciplinar é focado do ponto de vista teórico e constitui o objecto do seu discurso. Este aspecto exemplar, reconhecido pela maior parte dos Cibernéticos é no entanto secundário. Daí os desvios empiristas. (6)

3.3 — *Da pós-história de «Cybernetics»*

As disciplinas que serviram de base aos primeiros desenvolvimentos da Cibernética, sofreram novos prolongamentos; os seus domínios alargaram-se e a rede das interligações adensou-se; novas disciplinas e novas aplicações surgiram, como a pilotagem automática de aviões, o telecomando de foguetões e naves cósmicas, e a teoria da medida de uma grandeza física.

Magoun, Peterson, Lindsay e McCulloch (1949) apresentam um estudo sobre a realimentação no tremor da postura [18]. Novas analogias são assinaladas entre mecanismos electrónicos e estruturas cerebrais, no Congresso Internacional de Paris, em 1951 (tema central: «As máquinas de calcular e o pensamento humano»). Simultaneamente McCulloch e Pitts constroem um sistema de elementos mecânicos — num simbolísmo semelhante à da teoria matemática das redes eléctricas — capaz de realizar as operações de raciocínio. McCulloch procura determinar experimentalmente, se a transmissão nervosa verificava a teoria de Shannon. Ainda em 1950, Gray Walter constrói as «suas» tartarugas (modelos de reflexos condicionados) e mostra que um mecanismo electrónico possuí deslocamento automático. Munido de orgãos sensíveis ao contacto e ao som, simula o comportamento do reflexo condicionado, o que leva os psicofisiólogos a admitirem que, o reflexo condicionado, é um fenémeno fisiológico, cuja explicação não exige conceito de ordem psicológica.

Ashby constrói o seu homeostato, dispositivo que ilustra as propriedades da homeostase (propriedade inerente aos sistemas que conseguem assegurar a sua individualidade, frente às perturbações do meio, mediante a alteração das suas regras de comportamento), enquanto Mac Key [19] tenta estender a teoria da informação aos fenómenos psicológicos e Mandelbrot se dedica ao estudo das linguagens.

Shannon (1950) constrói servomecanismos jogadores do xadrês, enquanto Turing completa a primeira ACE (Automatic Calculating Engine) e aponta a utilidade do computador na ajuda da compreensão do comportamento humano, traçando um paralelo entre este e o computador universal (publica um artigo: «Can a machine think?»).

Em 1956, Henry Greniewsky introduz a Cibernética na economia. Couffignal elabora uma definição mais geral («é a arte de assegurar a eficácia da acção»). Ashby defende que a cibernética não se reduz ao controle das estruturas observadas e sistemas abstratos correspondentes.

Rosenbleutt apresenta, em 1957, o seu autómato «Perception» e Selfridge em 1958, o autómato «Pandemonium». Willis concebe os modelos neuronais. Sawan apresenta, no Congresso Internacial de Cibernética, um mecanismo que simule a criação do instinto (o que leva os psicólogos a abandonarem, à fisiologia, os fenómenos atribuidos ao instinto).

Em 1959 surge um trabalho de Stafford Beer [20], onde a Cibernética é vista como a ciência do controle duma estrutura, tratada como um todo orgânico. Um ano mais tarde, Steinbuch descobre as matrizes de aprendizagem e Kobinsky demonstra o controle mio-eléctrico, o qual utiliza os potenciais eléctricos da contração dos músculos, afim de produzir sinais de controle. Stanford Goldman apresenta uma comunicação sobre o controle do açúcar no sangue, por um mecanismo de realimentação, no simpósium da O. N. R. and Armour Foundation.

Ainda em 1961, Iouri Tcherniak faz novos desenvolvimentos da economia, apoiando-se na Cibernética. Benzinger publica na Scientific American, uma discussão sobre o regulador térmico, existente no hipótalamo. Em 1962, Helmer Frank aplica a Cibernética à pedagogia. [21].

Este primeiro período, de 10 anos aproximadamente, é caracterizado pelas discussões à volta de três campos: *sistemas reguladores, máquinas de probabilidades e redes — quase aleatórias de elementos lógicos.*

A noção de máquina (mecanismo físico artificial finalizado, cujo objectivo é o de substituir o homem na execução de uma acção) sofre multiplos desenvolvimentos(máquinas informacionais, de controle, de condução, de pensar (semânticas), adaptativas). (6)

Observa-se no entanto, que os mecanismos Cibernéticos eficazes não copiam o espírito humano. Rece-

(5) «O seu objectivo: a eficácia no comando da acção. O seu método: O raciocínio analógico».

(6) Um bom exemplo é o da teoria dos modelos. O modelo é considerado como um meio técnico de composição dos diferentes dados afim de obter um certo objectivo.

bendo os mesmos dados fornecem os mesmos resultados, embora por outros meios (simuladores). Conseguem simular o raciocínio dedutivo em todas as suas etápes, sendo impotente para raciocinar analògicamente (falta-lhes *a inteligência*).

É ainda nesta primeira década, que têm o lugar certos progressos práticos no campo da *inteligência artificial*, a qual foi amplamente elaborada na década seguinte. Presentemente, podem-se inumerar *cinco sistemas de inteligência artificial* [22]:

1.°) Os *sistemas classificativos e cognitivos* (EPAM de Feigenbaum, o CLS de Hunt, Marin e Stone)

2.°) Os *sistemas que demonstram* teoremas e os que resolvem problemas tais como o GPS e o Logic Theorist de Newell, Shaw e Simon, ou os procedimentos avançados, discutidos por Banerji.

3.°) Os *sistemas que aprendem* a relacionar e os sistemas capazes de compreender tais como o ARGUS de Reitman, o TLC de Quillian, e muitos programas de Minsky.

4.°) Os *sistemas que envoluem*, tais como os programas de Fogel, Owen e Walsh, os programas de Toda e os de Gordon Pask.

5.°) Os *sistemas que manifestam redundância de comando potencial*, como o S Retic de McCulloch e Kilmer, o qual imita os mecanismos de orientação dos organismos vivos.

Porém, a influência da Cibernética não se limita a «provocar» uma evolução da máquina [23].

No estudo do ser vivo (mecanismo natural finalizado) fazem-se progressos notáveis. O conceito de realimentação (fundamental na descrição do sistema Cibernético) destinado a assegurar a estabilidade de funcionamento, é aplicado por Laboritt na explicação do metabolismo celular e melecular (7). Os seres vivos são estudados analògicamente através de modelos (8), cada vez mais elaborados.

Nos últimos anos, a Cibernética alargou os limites dos seus «domínios». Dos numerosos progressos teóricos, Gordon Pask salientou os seguintes [23]:

1.°) Análise das ligações e das relações, por ASHBY (1966 - 1968).

2.°) Teorias de aprendizagem, nas quais a aprendizagem não é trivialmente considerada como uma adaptação (as contribuições mais importantes são as de Von Foerster).

3.°) O aparecimento de uma teoria da aprendizagem e do ensino, parte da qual se desenvolveu no laboratório de Gordon Pask.

4.°) A teoria dos jogos e a teoria da estabilidade nos sistemas normativos, que foi ampliada por Nigel Howard, colaborador de Rappaport. A teoria do Comando (e do controle) foi generalizada por Raschen. A contribuição de McCulloch neste domínio é fundamental, embora não tenha sido ainda completamente assimilado nos meios científicos.

5.°) Gunter trabalhando no laboratório de Von Foerster, desenvolveu uma teoria da identificação.

6.°) Em relação aos sistemas que se auto-reproduzem há duas contribuições básicas: a primeira é uma série de artigos de Loefgran, respeitantes à existência de sistemas que se reproduzem num ambiente dado; a segunda, foi a publicação dos trabalhos originais de Von Neuman sobre os autómatos que se auto-reproduzem.

7.°) O conceito de estado foi posto em causa por Holt, o qual propôs esquemas descritivos (grafos de ocorrência), baseados em processos e em acontecimentos, em vez de conjugações de entidades substantivadas (estados): A sua teoria promete revolucionar o nosso modo de representar sistemas.

4. — O FECHO DE UMA LEITURA

> «La matière basse est extérieure et étrangere aux aspirations idéales humaines et refuse de se laisser réduire aux grandes machines ontologiques résultant de ces aspirations».
>
> G. Bataille, 1930.

A introdução de duas questões importantes e a cronologia analítica (as marcas de uma temporalidade) serviram-nos para revelar certos aspectos importantes de um discurso científico (muitas lacunas serão descobertas fàcilmente, numa leitura atenta deste texto inacabado).

Seria interessante analizar (e não foi feito) qual a medida (profundidade) do corte feito pelo discurso de Wiener, com a configuração ideológica geral do fim do século XIX e o pricípio do século XX, isto é, revelar os traços de cientismo e de empirismo. Daí, tentar depois descobrir, se em 1948, Wiener desconhecia o discurso de Freud (no interior do qual este é conduzido a pensar a sua própria descoberta) e a especificidade do seu objecto de conhecimento (o inconsciente e as suas formações).

Tais como análises levar-nos-iam a refazer a leitura de «Cybernetics» e a observar se no seu texto, a verdade se fundamenta não sobre aquilo «do que ela fala» (Lacan), mas sim do que ela diz.

(7) Nos seres vivos já não se trata de uma correcção de regulação mas de um meio normal de conduta ou comportamento. A realimentação é então geralmente positiva (por exemplo a concentração temporária de energia para uma acção particular).

(8) Segundo Coufignal, os modelos podem ser de 2 tipos: os *dialéticos* (matemáticos; esquemas com as funções dos diversos elementos; exemplo: os de Wiener e os esquemas da realimentação do tipo de Latil, utilizados por Laboritt) e os *físicos* (circulação do sangue, de Descartes; digestão, de Vaucanson).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) — PEREIRA, L. M. — Cibernética — Epistemologia in Revista Técnica, n.° 383, 1968.

(2) — WIENER, N. — Cybernetics — John Wiley, New York, 1948, Hermann, Paris 1948.

(3) — ALTHUSSER, L. — Cours sur la philosophie de de l'histoire des Sciences. École normale Supérieur, Paris.

(4) — MACHEREY, P. — A propos de la rupture in revista Nouvelle Critique, Mai 1965.

(5) — GUILLAUMAUD, D. — Cybernétique. Éditions Sociales, Paris, 1965.

(6) — COUFFIGNAL, L. — La Cybernétique. Que Sais-je? PUF, Paris, 1968.

(7) — TRASK, M. — The Story of Cybernetics. David Herbert, London, 1971.

(8) — DESCARTES — Principes. C. N. R. S., Vrin Paris, 1964.

(9) — WEISS, P. — Animal Behaviour as a system reaction Reprinted in «General Systems Yearbook», Vol. 1, 1965.

(10) — VOM BERTALAMFFY, L. — General System Theary. Reprinted in «General Systems Yearbook» Vol. 1, 1965.

(11) — ASHBY, R. — Design for a Brain. Science Saperbooks, 1968.

(12) — LAFFITTE, D. — Refléxions sur la Science des Machines Cahiers de la Nouvelle Journée, n.° 21 Blond et Gay, Paris, 1932.

(13) — CAMMOM, W. B. — Wisdom of the Body, London, 1932.

(14) — TURING, A. M. — On Computable numbers With an Application to the Entscheisdungsproblem, Proc. London Math. Soc. 2, 42, 1937.

(15) — ROSEMBLUETH, A. WIENER, N. BIGELOW, D. — Behavyour, Purpose and Teleology Phisolosophy of Science, 10 Baltimore, 1943.

(16) — McCULLOCH, W. S. — Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. Bull, of Math. Biophysics, 5, 1943.

(17) — McCULLOCH, W. S. — How we know Universals; The perception of auditory and Visual forms. Bull. of Math. Biophysics, 9, 1947.

(18) — SHANNON, C. e WEAVER, W. — The Mathematical Theory of Communications Univ. of Illinois Press, 1949.

(19) — PETERSON, W., MAGOUM, M. W., LIMDSLEY, D. B., McCULLOCH, W. S. — Production of Postural Tremor D. Neurophysiology,, 12, 1949.

(20) — MACKAY, D. M. — Quantal Aspects of Scientific Information Phil. Mag. 1950, 41.

(21) — BEER, S. — Cybernetics and Managemant English Universitures Press, 1959.

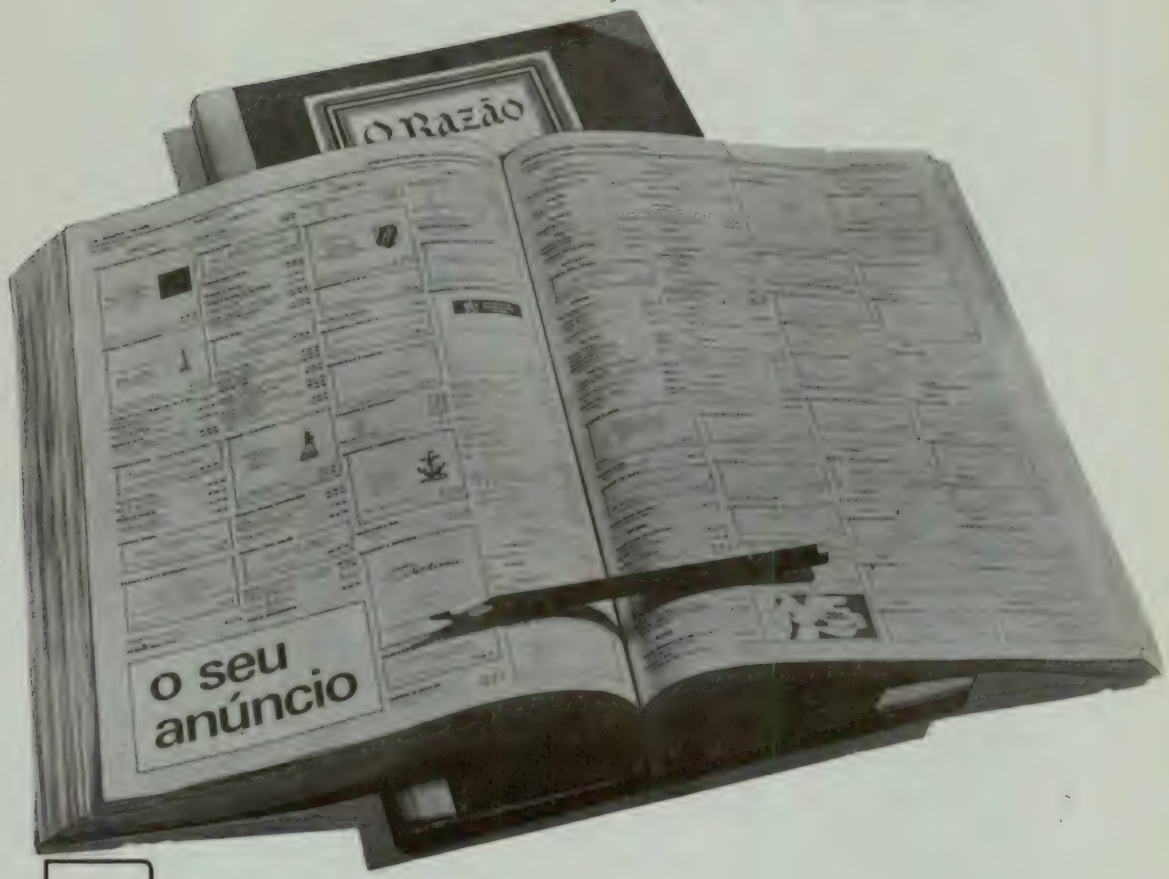
(22) — FRANK, H. — Cybernetique et Pedagogie Gauthier - Villars, 1967.

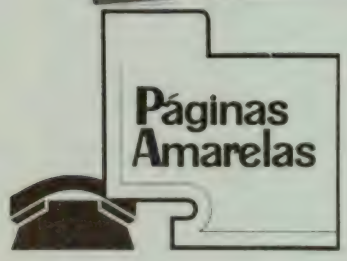
(23) — PASK, G. — Uma Introdução à Cibernética Colecção Studium, Arménio Amado, Editor, Coimbra, 1970.

(24) — PEREIRA, L. M. — Aspectos Cibernéticos da Epistemologia in «Novas perspectivas das Ciências Humanas» Editora Presença - 1970.

razão de lucro

O Razão é o livro que regista todas as contas, numa empresa.
O lucro é o resultado de todo o movimento financeiro de uma empresa.
O lucro regista-se no Razão.
Mas o Razão nem sempre regista "lucros".
Para maiores lucros esteja bem à vista
nas Páginas Amarelas da Lista Classificada.
Presente aos olhos de todos,
o seu anúncio nas Páginas Amarelas da Lista Classificada
é garantia de maiores vendas. De maiores lucros.
Quando Você regista os lucros no Razão,
as Páginas Amarelas da Lista Classificada
estão na razão do lucro.





Páginas Amarelas
a consulta que resulta.

CINEVOZ-PA 03-71

H. HAGEN

SEDE — Av. Elias Garcia, 22-1.º • tel. 76 70 28 • LISBOA
DELEGAÇÃO — Av. Sá da Bandeira, 45-4.º • Tel. 27141/2 • COIMBRA

CONSTRUÇÕES CIVIS E INDUSTRIAIS
OBRAS PÚBLICAS
MOLDES DESLIZANTES
SILOS – CHAMINÉS – PONTES
PRÉ-ESFORÇO – PRÉ-FABRICAÇÃO

• SOLDADURA ELÉCTRICA

• MATERIAL DE PROTECÇÃO

Aparelhagem de medidas eléctricas

- indicadora
- reguladora
- registadora

J. ROMA, L.DA

P. da Figueira, 12, 1.º — LISBOA Tel. 865151
P. do Município, 309-6.º S 3 — PORTO Tel. 0236732

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS, CALDEIRARIA, FERRARIA, FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 86 19 72

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

ESTUDO DA MECANIZAÇÃO DA SECRETARIA DO I.S.T. (*)

JOSÉ PEREIRA DA COSTA
Monitor da Cadeira de Introdução aos Computadores e Programação de I. S. T., Membro do Centro de Cálculo da U. T. L.

Atendendo à complexidade de uma tarefa de mecanização e levando em linha de conta todas as dificuldades inerentes a um projecto-piloto, não desejamos deixar de expressar o nosso agradecimento e gratidão:

— a todos os membros do Centro de Cálculo da Universidade Técnica de Lisboa pela colaboração prestada especialmente a Hugo Castelo Branco;

— aos Ex.mos Profs. Faústo da Silva e Delgado Domingos pela confiança que nos concederam;

— e muito, em particular, ao Ex.mo Prof. Almeida Alves pelo apoio e esclarecimentos que o seu saber e longa experiência tornaram sobremaneira valiosos.

INTRODUÇÃO:

Devido ao crescimento verdadeiramente desmedido da população escolar a todos os níveis do Ensino, os problemas burocráticos de processos de matrículas, inscrições e «curriculum» agravam de tal modo o serviço das Secretarias que só uma estrutura, harmònicamente articulada e apoiada em processos cujo ritmo seja superior ao do próprio crescimento, poderá satisfazer as necessidades administrativas e de gestão de qualquer estabelecimento de Ensino.

Verificando o Gabinete de Estudo e Planeamento da Acção Educativa que por processo evolutivo de definição sucessiva de novas fases, com as rectificações que só o tempo tráz, era o INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO que ao nível do Ensino Universitário tinha melhor estruturado e definido num sentido de uma automatização os seus processos e métodos de actividade, foi iniciado um projecto-piloto nessa Escola que tinha como objectivo não só definir como analisar e orientar um programa de trabalho que conduzisse à definição de uma estrutura de gestão universitária automatizada, fàcilmente generalizável a qualquer outro estabelecimento de Ensino.

Por motivos de ordem diversa, e após nova definição de metodologia do trabalho, a execução das tarefas do projecto-piloto foram transferidas para a orientação, coordenação e execução do Centro de Cálculo da Universidade Técnica de Lisboa.

Neste trabalho vamos, procurar expôr os aspectos gerais do processo por nós tratado, no Centro de Cálculo da Universidade Técnica de Lisboa.

Das tarefas imediatas, e já concretizadas, versará a 1.ª parte desta curta exposição. Da 2.ª parte constará uma descrição sucinta das possíveis tarefas a realizar no ano lectivo 1971/72, e na 3.ª e última, descrevemos, de modo abreviado, alguns dos próximos objectivos, que forçosamente dependem das possibilidades futuras do computador do Centro de Cálculo da Universidade Técnica de Lisboa.

1.ª Parte:

Em Julho de 1971 foi solicitado ao C. C. U. T. L. a emissão das Pautas referentes não só às disciplinas do Segundo Semestre-1.ª Época, mas também às do Primeiro Semestre-2.ª Época, que foram emitidas na mesma semana no curto espaço de tempo entre as 19 horas de 3.ª-feira e as 14 horas de Sábado.

Para tal processamento e atendendo ao grau de urgência, recorreu-se em parte aos programas existentes, a nível da disciplina de Introdução aos Computadores e Programação do 1.º Ano do curriculo da I. S. T., que tinham exclusivamente em vista o tratamento mecanográfica referente aos alunos dessa disciplina.

Em tal data, pelo grupo inicialmente encarregado do processo da experiência-piloto foi-nos fornecido, para além de um teórico ficheiro de todas as disciplinas do I. S. T., do qual constava o número de código e a sua designação, três ficheiros respectivamente:

— um, dos alunos que se tinham inscrito para a 2.ª Época do 1.º Semestre, constando de cada cartão o número do aluno e o código da disciplina em que se inscrevia para exame;

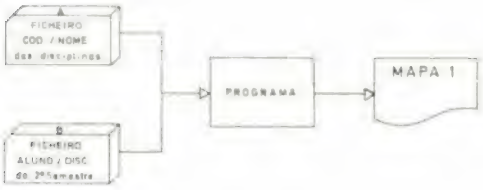
(*) Apresentado no I Congresso Hispano - Luso de Informática e subsidiado pelo Gabinete de Estudo e Planeamento da Acção Educativa.

— outro, de todos os alunos inscritos no 2.° Semestre, que, por cartão, para além do número do aluno tinha perfurado o código das disciplinas do 2.° Semestre em que este se increvera;

— e um terceiro ficheiro associando a cada número de aluno, quatro nomes do nome do aluno, perfurados sempre a partir de colunas fixas do cartão.

Nenhum destes ficheiros tinha sido testado nem quanto a correcção ou incorrecção das informações, nem quanto a possíveis erros de perfuração ou de codificação.

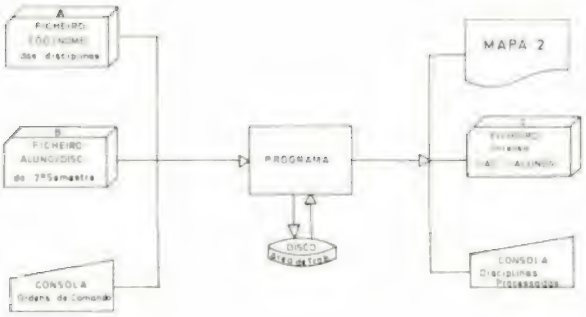
Atendendo às disponibilidades de tempo, e ponderando o grau de urgência e necessidade de validação de todos os ficheiros, iniciou-se o processamento pela listagem do ficheiro número de aluno, disciplinas em que se inscrevera, recorrendo para sua validação ao ficheiro código/designação das disciplinas, já corrigido.



Do mapa 1 constava para além do número do aluno e das disciplinas em que se tinha inscrito (imagem do cartão do ficheiro B) a designação das mesmas, não em código mas por extenso. A partir desta listagem, que estava ordenada por número de aluno, houve a possibilidade não só de se detectar incorrecções de codificação como erros de perfuração.

Corrigido o ficheiro B, atendendo à exigência de emissão de pauta por disciplnas, e devido à falta de memória externa de suporte magnético, vimo-nos na necessidade de recorrer à demorada operação de inversão do ficheiro B, criando um novo, ficheiro C, em cartões do qual constava:

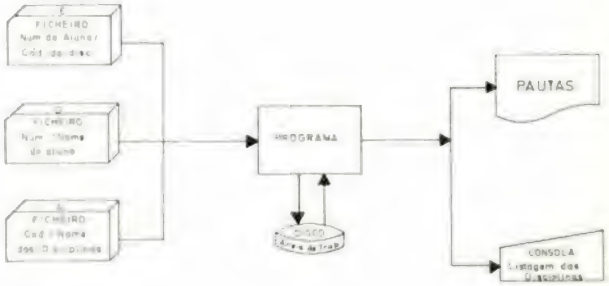
- Código da disciplina;
- Número da sequência do cartão no ficheiro da disciplina;
- Número dos alunos inscritos nessa disciplina (12 por cartão); escrevendo simultâneamente na consola do computador uma relação das diversas disciplinas processadas. Note-se que nova validação do ficheiro B era feita, por verificação da existência no ficheiro A (Código/Nome da disciplina) de todas as disciplinas existentes no ficheiro B.



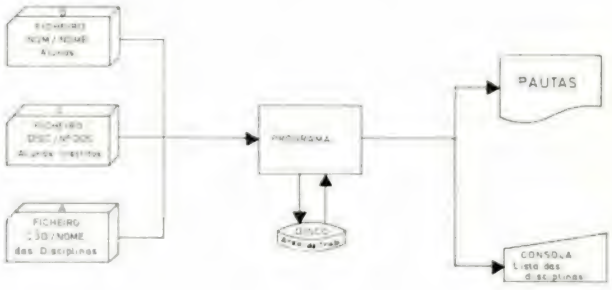
Caso tal não se verificasse, esse aluno era rejeitado, sendo escrita a respectiva mensagem do erro, na impressora.

Do mapa 2 constava a relação dos alunos com ficha inválida (alunos rejeitados), o número total de fichas inválidas e para verificação visual, o ficheiro perfurado era listado, obtendo-se deste modo a relação do número dos alunos inscritos por cada disciplina.

As ordens de comando quanto à validação ou não do ficheiro B são dadas pela consola; tal hipótese estava prevista, atendendo a que o processo de validação é demorado, e só é necessário realizá-lo uma vez, apesar da emissão do ficheiro C poder ser fraccionado por disciplinas.



Após a obtenção do ficheiro C em cartões, por falta de suporte magnético externo e recorrendo ao ficheiro D (Número/Nome do aluno) devidamente escrito, isto é, eliminados por grogramação na fase de leitura os brancos que existiam para além do de separação dos nomes, a emissão das pautas foi imediata.

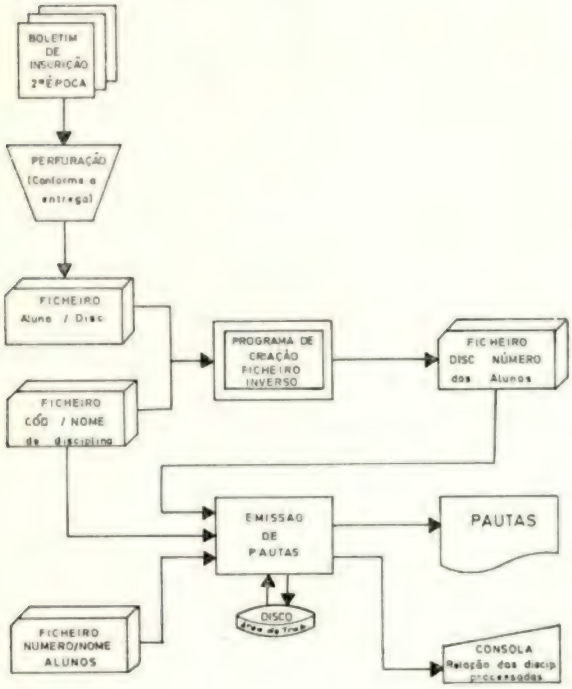


Note-se que por ter de se utilizar papel normal e não impresso próprio, as esquadrilhas e reticulados das pautas foram feitos pela impressora o que motivou aumento substancial de tempo de processamento.

Na consola do computador era escrita uma relação das disciplinas cujas pautas eram emitidas.

Relativamente às pautas do 1.° Semestre-2.ª Época, após ordenação por discipjlina do ficheiro obtido a partir dos Boletins de Inscrição de 2.ª Época, e por alteração do programa que pròpriamente emitia as pautas, obteve-se sem qualquer validação, devido à escassez de tempo, as pautas dos alunos em tal situação.

Durante todo o processo descrito, a nível do C. C. U. T. L. tentou-se — e conseguiu-se em prazo inferior a uma semana — resolver o problema criado pela não existência de pautas em pleno fim de época de Exames, sendo necessário pensar não «como deveria ser feito» todo este processamento mas «como tem que ser feito para que esteja pronto ontem».



2.ª Parte:

A emissão das pautas referentes ao 2.° Semestre-2.ª Época de 1970/71 apesar de não pertencer cronològicamente a esta parte do texto descrevemo-la agora sucintamente pois já se insere parcialmente na nova orientação da experiência-piloto.

Em regime de 2.as Épocas, os alunos legalizam a sua presença a exame por simples inscrição em boletim próprio. Assim estruturámos todo o processo de emissão das referidas pautas baseado nesses boletins.

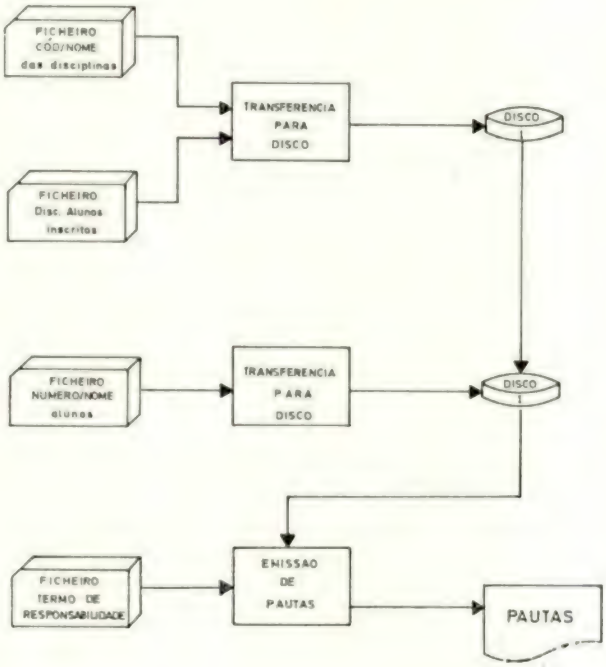
Para além da simples inscrição é necessário que o aluno já tenha obtido frequência na respectiva disciplina.

A validação desta última cláusula foi e será impossível, enqunto não houver uma coordenação e colaboração total, pois para se actualizar o ficheiro de «curriculum» de alunos é indispensável uma fluidez elevada de todas as informações, condição que de modo algum é actualmente verificada.

Assim conforme eram entregues os boletins de inscrição, criava-se um ficheiro, que por cartão, para além da identificação do ficheiro continha quatro alunos, sendo cada um definido pelo seu número e pelos códigos de disciplinas em que se inscrevera.

Findo o prazo estabelecido para a entrega dos impressos, criar-se-ia um ficheiro inverso, pelo método equivalente ao exposto na 1.ª parte, desta comunicação, o qual por registo teria:

1.° — número de código da disciplina;
2.° — número da sequência do cartão dentro do ficheiro da disciplina que estava sendo processada;
3.° — número dos alunos (no máximo 12 por cartão) inscritos no exame dessa disciplina.



Note-se que:

1.° — O suporte magnético de memória externa só era utilizado como área de trabalho;

2.° — o tempo total de processamento seria menor que o da Época Junho/Julho atendendo a que neste caso o papel para a emissão de pautas era pré-impresso, o que obrigou a escrever, testar e tornar operacionais novos programas.

Mas, precisamente no último dia do prazo de entrega dos impressos de inscrição para exames de Outubro, o regime normal foi alterado, permitindo-se a existência de exames de disciplinas em regime integrado, isto é, desde que uma disciplina do 2.° Semestre fosse continuação lógica de uma do 1.° Semestre, e desde que o aluno tivesse satisfeito os requisitos de eleição a exame

final em ambas, por um único exame podia realizar o das duas disciplinas, sendo a nota desse exame atribuída individualmente a cada uma.

A nova situação alterou completamente todo o processo anterior.

Concomitantemente, por um trabalho sistemático de investigação realizado sobre o acesso e criação de ficheiros em disco, tinhamos o conhecimento, a maneabilidade e agora a oportunidade de, na reestruturação do processo pensar-se na redefinição dos ficheiros não quanto à formatização dos registos mas quanto à sua articulação ao nível do processo geral de mecanização

Para além desta redefinição houve necessidade de possibilitar aos alunos a rectificação das suas inscrições, e atendendo à proximidade da Época de Exames, após ponderação de diversas soluções optou-se por:

1.° — Prolongar por mais uma semana o prazo das inscrições;

2.° — Permitir a rectificação das inscrições;

3.° — Responsabilizar, no acto de Exame, o aluno pelo preenchimento de um Termo de Responsabilidade, que continha os elementos de identificação, a declaração de elegibilidade para esse exame assim como o respectivo regime;

4.° — Responsabilizar os Srs. Regentes, qualquer que fosse o regime da respectiva disciplina, pela recolha colectiva desses termos e a sua entrega no C. C. U. T. L..

Após a entrega ao C. C. U. T. L. dos ditos termos, registada em protocolo próprio, e atendendo ao formato do impresso, a perfuração de um novo ficheiro foi sendo realizada, contendo por cartão o número do aluno, a codificação respeitante ao regime seleccionado, e o número de código da disciplinaa que se referiam os termos entregues.

Deste modo, um novo ficheiro foi criado tendo por base as informações constantes do Termo de Responsabilidade que defeniam o regime de exame. A exigência da inscrição, qualquer que fosse o regime mantinha-se. Desse modo, e atendendo à existência do Ficheiro de incrições — em suporte magnético — durante o processo de emissão das pautas era verificado se o aluno, relativamente à ou às disciplinas em causa estava ou não inscrito.

Caso não constasse o número do aluno no ficheiro de inscrições da disciplina em processamento, o número do aluno era assinalado por um asterisco identificador de situação não legalizada.

Em esquema temos:

Em relação ao ano lectivo 1971/72 iniciámos as actividades por uma criteriosa análise de todos os impressos existentes relativos aos processos de matrículas e inscrições.

Verificou-se que existia uma duplicação de muitas informações mas que tal situação não podia ser obviada em curto espaço de tempo, pois é inerente à definição legal de todo o processo.

A duplicação citada é essencialmente devida à descoordenação não só quanto à colheita das informações como quanto à sua difusão, e não prèpriamente quanto à necessidade de novos dados.

Por isso, orientámos o nosso trabalho no sentido de definir ficheiros que permitissem a emissão de impressos com as definições particulares inerentes não só a cada documento legalmente exigível como necessários à gestão universitária.

Nessa conformidade, após definição de códigos das disciplinas do I. S. T. e apesar de toda a investigação no sentido de condensar no máximo todas as informações, continuámos com o grande problema de falta de memória externa, para tão volumosos ficheiros.

Por outro lado a transferência para suporte mecanográfico de tão grande quantidade de informação exigida verbas momentâneas não disponíveis.

No sentido de ultrapassar as dificuldades citadas e atendendo à urgente necessidade de não perder mais tempo do que o já perdido, resolvemos diferenciar os processamentos do ano lectivo 1971/72 conforme o ano em que o aluno se matriculava.

Assim as informações respeitantes aos alunos do 1.° Ano estão sendo integralmente tratadas; as dos restantes alunos só o são no respeitante, a emissão de pautas por disciplina.

Relativamente a esta última situação foi necessária a criação de novos ficheiros um com o número/nome completo do aluno, outro, número de aluno/disciplinas emque se inscrevera.

A validação da inscrição neste caso, continuar-se-á a processar pelo processo normal o que implicou que, no ficheiro clássico de «curriculum» fossem concentrados todos os esforços, no sentido de actualizar totalmente no mais curto espaço de tempo possível.

Após a validação supracitado, por criação de ficheiro inverso por disciplina, emitir-se-ão as pautas respeitantes a todas as disciplinas do I. S. T..

Por outro lado, com as informações já disponíveis referentes a cada aluno nesta situação emitir-se-á, parcialmente preenchida, a ficha individual, de que o original ficará na Secretaria para manuseamento permanente, e a cópia no departamento a que o aluno pertence.

No respeitante aos alunos do 1.° Ano, para além do número/nome e disciplinas em que se inscreve, já se encontra em suporte mecanográfico próprio as informações referentes a:

— Filiação
— Nacionalidade
— Naturalidade
— Data do nascimento

o que permitirá a emissão da ficha individual quase completamente preenchida.

Por outro lado, criando-se, o ficheiro inverso disciplina/alunos inscritos temos a possibilidade de emitir imediatamente as pautas.

3.ª Parte

Atendendo a que quaisquer prognóstico sobre realizações futuras estão normalmente associadas a um grau de incerteza probabilistico dos 99,999...9%, e neste

caso particular, levando em conta que é um projecto-piloto a este nível e nesta situação geográfica, tudo o que seguidamente diremos, enquadra-se mais dentro das especulações que uma prática de alguns casos permite, que num plano de trabalhos.

Assim, se se concretizar as hipóteses de expansão do actual equipamento do C. C. U. T. L. no respeitante a suportes magnéticos externos, que irão permitir a existência de mais volumosos e extensos ficheiros em permanente excesso directo, poderemos pensar primeiramente na criação e manutenção de um ficheiro de «curriculum» que integra toda a vida escolar dos alunos do I. S. T..

Tal expansão para além de permitir o tratamento de maiores ficheiros irá proporcionar a utilização de novas linguagens e técnicas de programação que de uma maneira muito directa irão influenciar todo o desenvolvimento futuro.

Neste processo expansionista o problema crucial será, a nosso ver, o da actualização *com segurança e certeza* do ficheiro de «curriculum».

Essa actualição, caso se verifique a expansão sonhada actualmente, terá que ser feita não concomitamente como a definição de nova situação mas digerida no tempo.

Para obviar a desvantagem da não utilização do ficheiro-mestre, poder-se-á, caso exista verba para tal, — e é nesse sentido que julgamos correcto orientar-se todo o desenvolvimento futuro —, associar uma rede de teleprocessamento que permitisse através de seus terminais não só a consulta, como a actualização e rectificação das sucessivas situações porque passa cada disciplina, em cada ano académico, um aluno, qualquer que seja o nível de ensino considerado.

Publicidade com critério.

Anuncie na

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

Synopsis of articles published in «Técnica» n° 414

XLVII — January 1972

BRASAO FARINHA U. D. C. 624.072.2 : 531.213

ORTHOPOLYGONAL BEAMS

Técnica N.° 414 — XLVII — 1-1972, p. 203 - 221

This paper presents the orthopolygonal beam with n steps, as a cantilever, a simple or a fixed - end supported beam, bearing an uniforme load or (n — 1) concentrated forces. Values of bending moments, reactions, deflections, stiffness and carry - over factor. Some examples are shown.

L. A. K. STAVELEY U. D. C. 541.121

DISORDER IN CRYSTALS

Técnica N.° 414 — XLVII — 1-1972, p. 173 - 189

A general survey of order-disorder phenomena in crystals is presented. Several types of disorder are considered, with special emphasis on disorder of position, disorder of orientation and magnetic disorder. A review of the main experimental techniques used in these studies is given, as well as a general discussion of some theoretical treatments.

HELDER COELHO U. D. C. 007

A LECTURE OF «CYBERNETICS»

Técnica N.° 414 — XLVII — 1-1972, p. 223 - 230

A lecture of «Cybernetics» is done to project the importance of a science.

A. F. O. FALCAO U. D. C. 621.154

LIFTING LINE THEORY OF AXIAL FLOw TURBOMACHINES A REVIEW

Técnica N.° 414 — XLVII — 1-1972, p. 191 - 197

The paper presents a review of the literature on the use of lifting line theory in the analysis of the flow through axial turbomachines. The case of screw propellers and open turbomachines, the effects of cylindrical walls, compressibility and rotational flow are sucessively considered.

GUIMARAES CORREIA U. D. C. 550.834.002.5

SYSTEM FOR MEASURING SHORT TRAVEL TIMES OF SEISMIC WAVES

Técnica N.° 414 — XLVII — 1-1972, p. 199 - 202

This work concerns a system for measuring the travel time of a wave front between two points distant from 1 to 5 meters with a view to characterizing a rock mass from the viewpoint of mechanical strength. The LNEC's electronick units are described in more detail and their characteristics are compared with those of the current equipement for seismic exploration.

Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 414

Ano XLVII — Janeiro 1972

L. A. K. STAVELEY C. D. U. 541.121

DISORDER IN CRYSTALS

Técnica N.º 414 — XLVII — 1-1972, pág. 173 - 189

Apresenta-se uma revisão do problema da ordem-desordem em cristais, focando-se em especial os casos de desordem de posição, desordem de orientação e desordem magnética. Faz-se uma discussão dos métodos experimentais mais utilizados no estudo destes problemas, bem como dos tratamentos teóricos mais correntes.

BRASÃO FARINHA C. D. U. 624.072.2 : 531.213

VIGAS DE EIXO ORTOQUEBRADO EM APOIOS DESNIVELADOS

Técnica N.º 414 — XLVII — 1-1972, pág. 203 - 221

Considera-se a viga quebrada ortogonalmente, de ressaltos todos iguais, pràticamente utilizável em bancadas, escadas e elementos resistentes com condicionamento desigual de pé direito, ou equivalente, dentro do vão. O problema é resolvido em várias hipóteses de sustentação, por aplicação do teorema de Castigliano, considerando a actuação de cargas uniformemente distribuídas e de cargas concentradas iguais, em todos os vértices.

A. F. O. FALCÃO C. D. U. 621.154

LIFTING LINE THEORY OF AXIAL FLOW TURBOMACHINES A REVIEW

Técnica N.º 414 — XLVII — 1-1972, pág. 191 - 197

Apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a aplicação da teoria da linha sustentadora ao estudo do escoamento em turbomáquinas axiais. São sucessivamente considerados o caso dos hélices propulsores e outros tipos de turbomáquinas abertas e os efeitos devidos à presença de paredes cilíndricas, compressibilidade e rotacionalidade do escoamento.

HELDER COELHO C. D. U. 007

A CIBERNÉTICA E A SUA LEITURA

Técnica N.º 414 — XLVII — 1-1972, pág. 223 - 230

Faz-se a leitura da principal obra (livro) de Wiener e são levantadas algumas questões prévias.

GUIMARÃES CORREIA C. D. U. 550.834.002.5

SISTEMA PARA MEDIÇÃO DE TEMPOS CURTOS DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS SÍSMICAS

Técnica N.º 414 — XLVII — 1-1972, pág. 199 - 202

Trata-se dum sistema para medição do tempo de percurso duma frente de onda entre dois pontos afastados de 1 a 5 metros, visando a caracterização dum maciço rochoso do ponto de vista de resistência mecânica. Referem-se em especial as unidades electrónicas desenvolvidas no LNEC e comparam-se as suas características com as do equipamento corrente de prospecção sísmica.

BIBLIOGRAFIA

LIVROS RECEBIDOS

C. D. U. 31 : 696.6 (469)

Estatística das instalações eléctricas em Portugal — Ano de 1970.
Ministério da Economia, 1972, 806 pág.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 512

Introdução à algebra de Boole — *A. V. Anunciada.*
Engenho, 10-12-1970, vol. 25, N.° 4, pág. 135

C. D. U. 517

Contributions sur les zeros réels de certaines functions — *I. M. Miu.*
Bul. Inst. Pol. «Gheorghe Gheorghiu - Dej», *32* N° 6/1970, pág. 29.

C. D. U. 517 : 531

One form of the equations of motion of mechanical systems — *Fan Guen.*
P. M. M., *33* (1969) 386, 12-69.

C. D. U. 517.86

A note on the Hermite Polynomials — *W. A. Al-Salam.*
Bul. Inst. Pol. Iasi, *17* (1971), p. 87.

C. D. U. 517.944

Problems concerning polyvibrating equations — I. solutions in the form of an F - function — *D. Mangeron e M. N. Ogustöreli.*
Bul. Inst. Pol. Iasi, *17* (1971), SI, pg. 23.

C. D. U. 517.96

Theoretical foundations of the finite element method — *E de Arantes e Oilveira.*
L. N. E. C., Memória n.° 384 (1971).

C. D. U. 519.28 : 531

Criterion of existence of an optimal control for a class of linear stochastic systems — *Nevel' Son.*
P. M. M. *33* (1969)561.

C. D. U. 519.283

Breve introdução à investigação operacional — *Luis S. Barreto.*
Rev. Cienc. Agro. da Uni. L. M. *3* (1) B, 1970, 29.

C. D. U. 521.3/521.6

Optimisation analytique de la mise en place finale et du maintien en position d'un satelite géostationnaire. — Nguyên van Nhân.
O. N. E. R. A., 1969 N.° 140.

C. D. U. 531.31 : 51

On the stability of a nonautonomous hamiltonian systems with two degrees of freedom — *A. P. Markyeev.*
P. M. M. 33 (1969) 550.

C. D. U. 531.51

Stationary Convection in a Vertical Channel with Permeable Boundaries — *G. S. Gerchuni, E. M. Zhukovitsk II e Di Shvarteblat.*
Journal of Applied Mathematics and Mechanics, 12-1969, vol. 33, N.° 3, pág. 460.

C. D. U. 531.51

Concerning some spacecraft convergence control laws — *D. A. Mamakazin.*
P. M. M., 12-1969, vol. 33, N.° 3, pág. 557.

C. D. U. 532 : 51

A. Electrodynamic Model of Dispense Systems — *In A. Buevich.*
Journal of Applied Mathematical and Mechanics 12-1969 vol. 33, N.° 3, Pág. 466.

C. D. U. 532.12 : 51

A classe of exact solutions of the navier-stokes equations for a compressible heat-conducting gas — *V. V.* Shchennikov.
P. M. M. 12-69, vol. 33, N.° 3, pág. 570.

C. D. U. 532. : 51

On the motion of a hollow body filled with viscvous liquid about its center of mass in a potential body-force field — *A. I. Kobrin.*
P. M. M., 33 (1969) 418.

C. D. U. 532.5

Mouvements polytropiques le long d'une famille de plans parallèles — *C. L. Acker.*
Bul. Inst. Pol. Iasi, *17*, (1971), p. 133.

C. D. U. 532.593.1

Spectral computations on pressure wave gauge records — *M. M. de Carvalho, F. S. Ramos, C. de Morais.*
Memória, n.° 391, do LNEC, 1971.

C. D. U. 533.6 : 51

Détermination par la méthode des caractéristique d'écoulements supersonhiques associés à une loi de pression donnée — *P. Diriger.*
O. N. E. R. A., 5-6-69, N.° 130, pág. 3.

C. D. U. 534.2

Vibrations de respiration d'une coque cylindrique mince avec raidisseurs circonférentiels. Application à la transmission des vibrations — *Mathieun Bilik.*
Office National d'études et de recherches aérospatiales 1969, N.° 151, pág. 1.

C. D. U. 534.2 : 532.12 : 51

On the two - dimensional problem of propagation of elastic waves due to a point source in an anisotropic medium — *I. O. Osipov.*
P. M. M., 12-69, vol. 33, N.° 3 pág. 534.

C. D. U. 536.58

Régulation de température au-dessous de 5,2 k — *Morand.*
O. N. E. R. A., 5,6 — 1969, N.° 130, pág. 55.

C. D. U. 539.3 : 51

On the method of orthogonal polynomials in contact problems of the theory de elasticity — *Popov.*
P. M. M., 12-69, vol. 33, N.° 3, pág. 503.

C. D. U. 539.3 : 51

Stress conditions inplates reinforced by stiffening ribs — A. I. Kalandiia.
P M. M. 12-1969, vol. 33, N.° 3, pág. 523.

SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES

AMADEU GAUDÊNCIO

LIMITADA

SEDE — R. ALEXANDRE BRAGA, 4-A — LISBOA
Tel. 56 00 51 — Telg. CONSTRUÇAO
R. CASAL DO PEDRO, 7 — MASSARELOS — PORTO
Telefone 69 12 45

Mais de 50 anos de experiência

CONSTRUÇÕES
CIVIS E INDUSTRIAIS
BETÃO
ARMADO E PRÉ-ESFORÇADO
CARPINTARIA
ESTUQUES
PINTURAS

BLOCOS DE ALVENARIA
E PAVIMENTO

BETÕES DE ISOLAMENTO
E DE ENCHIMENTO

BETÕES RESISTENTES
E REFRACTÁRIOS

PRÉFABRICADOS

PAINEIS PAREDE

Leca

Leca

ARGILA EXPANDIDA
O INERTE RESISTENTE, LEVE, ISOLANTE

Leca

ARGILEX S. A. R. L.
Av. António Augusto de Aguiar, 150 F. 2.° E.
Telef. 4 78 62 LISBOA 1

TOPOGRAFIA GERAL

1.° Volume

Pelo Eng.° A. C. XEREZ

Preço 180$00

Descontos: 10% aos assinantes

Pedidos à Técnica

Já pensou...

... que o seu anúncio
é muito eficaz se for
publicado na revista que
os seus clientes lêem?
Os milhares de exemplares
de cada número da nossa revista
são lidos por engenheiros
e técnicos, por pessoas ligadas
à indústria, à investigação, ao
ensino, pelos seus clientes,
em suma. Consulte-nos

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

Avenida Rovisco Pais - Lisboa 1 - Telef. 73 15 49

C. D. U. 539.3 : 51

Analysis of the three - dimensional states of stress and strain of circular cylindrical shells — *N. N. Bazarenko; I. I. Varovich.*
P. M. M. 12-1969, vol. 33, N.° 3, pág. 479.

C. D. U. 539.61 : 621.6.04

La formation des granules — *N. Pilpel.*
Endeavour, *30,* 1971, pg. 77.

C. D. U. 541 : 539.14 (045) = 20

A simple Thomas-Fermi model for nuclei with difierent proton and neutron number —*J. Németh.*
Acta Physia Ac. Sc. Hug., 1971, vol. 30, N.° 1, pág. 11

C. D. U. 541.2 : 539.15 (045) = 20

The states of ^{23}Na below 5.4 MeV — *M. F. da Silva, S. Kossionides, J. C. Lisle.*
LFEN, DOC, 125 -

C. D. U. 542 : 541.138.3 (045) 748

Reduction of Tricholoacetia Acid to Dicholoroauetic Acid-An organic electrosynthesis experiment. — *Palle E. versenu.*
Journal of Chemical Eduction, 2-71, vol. 48, N.° 2 pág. 136.

C. D. U. 542.6 : 551.510.5 (045)

La filtrazione dell'aria atmosferica—*P. I. António Briganti*
Marelli, 2.° Trim. 70, vol. 44, N.° 2, pág. 75 - 86.

C. D. U. 542.952.6 (045) 437

Stereoregular polymerization of butadiene — *B. Vervovic e J. Krepelka.*
Czech. Chem. Comm, *36,* N.° 9, 1971, pág. 3387.

C. D. U. 543.3 (665.8)

Instalação de um Laboratório para Análises Químicas e Bacteriológicas de Águas em Cabo Verde — *Motta, M. R.*
Fomento (Lisboa) *9* (3): 177 - 188, 1971.

C. D. U. 545.33 : 547.498 (045) = 40

Etudo polarographique des semi-carbozonas de derivés des oxi-reductores — *D. Fleury e M. B. Fleurè.*
Collectiono Czechoslovak Chemical Communications, 2-71, vol. 36, N.° 2, pág. 331.

C. D. U. 551.468.3 (673) : 627.16 (673)
627.5 (673)

Esquema de Arranjo do Sistema Lagunar Mussulo-Luanda. — *Campos, A. G.*
Fomento (Lisboa) *9* (4): 283-289, 1971.

C. D. U. 551.510.535 : 523.74

Les rayons X solaires et l'ionosphére — *R. L. F. Boyd.*
Endeavour, 28 (104) -969, 82.

C. D. U. 551.7 : 551.8 . 552

Contribuição para o estudo geológico da região do Cabo de S. Vicente - Alvoar — *Robalo Rocha.*
S. Geol. Port. 1971, vol. N.° 2 - 3, pág. 137 - 160.

C. D. U. 552.1.067.1 : 552.33

Rocha Hiperalcalina de Estremoz — *Pinto Coelho e F. Gonçalves.*
S. Geol. Portugal, 1971, vol. 17, Tomo 2-3, pág. 181-186.

C. D. U. 553.67

Comportamento do NH^+ nas micas alteradas — J. *Montalvão Marques.*
Rev. de Ciências Agr. da Uni. L. M. 2 (1) B (1969).

C. D. U. 620.193

Notas Sobre Corrosão Metálica (Noções Fundamentais) — *Correia J. A.*
Fomento (Lisboa) *9* (3): 189-202, 1971.

C. D. U. 621.311

I reattori in derivazione per I sistemi di transmissione — *Giuseppe Galasso.*
Marelli, 3.° Trim. 70, vol. 44, N.° 3, pág. 47-56.

C. D. U. 621.313.17 - 523.8

Nouveau moteur électronique pour entraînement de bande magnétique — *Ott, H.; Wenk, J.*
Rev. Siemens 28 (1970) N.° 7, pages 331 à 334.

C. D. U. 621.314.224.8 = 742

Progrès réalisés dans la construction des transformateurs de courant d'exterieur — *Hans Hartmann.*
Revue Brown - Boveri, 6-7-1970, vol. 57, N.° 6/7 pág. 277 - 288.

C. D. U. 621.314.026.45

Power transformers — a proposed new standard rating — *E. T. Norris.*
Electronics & Power, 8-70 vol. 16, N.° 8, pág. 282-284.

C. D. U. 621.316.57

New Power circuit breakers empoly sf. geas for all functions — *R. E. Kane e outros.*
Westinghouse Engineer, 9-70, vol. 30, N.° 9, pág. 130-136.

C. D. U. 621.332.42

Instalaciones modernas de carriles de contacto — *F. Larner e W. Strocka.*
AEG — Telefunken al dia, 1970, N.° 4, pág. 144-146.

C. D. U. 621.335.07

Propulsion control for passenger trains provides high--speed service — *J. E. Moxie.*
Westinghouse engineer, 9-70, vol. 30, N.° 9, pág. 143-149.

C. D. U. 621.382.233

Sobre Combinaciones de datos en tiristores grandes de discos — *Karl - Heinz Ginsbach y outros.*
AEG — Telefunken al dia, 1970, N.° 3, pág. 85-89.

C. D. U. 621.396.06

Technological progress in telecommunication switching — *J. U. R. Pollard.*
Electronics Power, 8-70, vol. 16, N.° 8, pág. 305-308.

C. D. U. 621.396.43.018.424
621.371.332.4 : 621.396.6

Equipo de proteccion de canal de frecuencia intermedia para sistemas de radioenlace transhorizonte de banda ancha — *Joachim Goeldner e outros.*
AEG — Telefunken al dia, 1970, N.° 3, pág. 110-112.

C. D. U. 621.396.43.018.424 : 621.371.332.4
621.396.666

Combinador de frequencia intermedia para un sistema de radioenlace transhorizonte de banda ancha — *AEG — Telefunken al dia.*
Hansdieter vunghans e outros, 1971, N.° 3, 103-108.

DEMAG EQUIPA TODA A INDUSTRIA

Transporte sem dificuldade . . .

O sistema monorail suspenso «Demag» oferece-lhe as seguintes vantagens:

Fácil adaptação à movimentação de carga, à produção, ao formato do edifício e ao fim a que se destina.

Peças standard construidas em série.

Sistema de alimentação eléctrica à escolha.

Vantajoso aproveitamento de espaço.

Pequeno peso, altura de construção reduzida.

Grandes vãos e pequeno atravancamento.

Pontes rolantes empilhadoras, sistemas «Demag» de monocarris suspensos, equipam os armazéns modernos.

Instalações até à automatização total.

Consulte-nos. O vosso êxito será também o nosso.

ROMAR
UMA ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

SOCIEDADE COMERCIAL
ROMAR, LDA.

LISBOA – TRAVESSA DA GALÉ Nº 9 TEL. 635670 / 634061 • PORTO – R. DE SÁ DA BANDEIRA, Nº 589/603 TEL. 25871/32205

PROBLEMAS

DE MÁQUINAS-FERRAMENTAS SERÃO DISCUTIDOS NA

EXPOMAFER-72

de 6/14-V-1972

no Palácio de Cristal-Porto

PARA INFORMAÇÕES:

CIMAF

CENTRO DE COOPERAÇÃO DOS INDUSTRIAIS DE MÁQUINAS-FERRAMENTAS

Sede: Rua Manuel Pinto de Azevedo, 439 — Telefone 6 41 53 — PORTO

Delegação. Instituto Superior Técnico

Avenida António José de Almeida — Telefone 73 08 06 — LISBOA

C. D. U. 621.396.62

Sistema de radiorrecepción transradio — *Klaus Humann.*
AEG — Telefunken, 1970, N.° 4, pág. 131-133.

C. D. U. 621.396.63

Instalación de llamada a personas de VHF D 603 — *Jürgen von Brocher e Harry Kroch.*
AEG — Telefunken al dia, 1970, N.° 4, pág. 129-131.

C. D. U. 621.51/54

Les divers régimes de fonctionament des compresseurs supersoniques — *Jean FABRI.*
Office National d'étude et de Rechenches Aérospatiales 1969, N.° 145.

C. D. U. 621.798.12.003.13 (540)

Emploi et utilité des containers dans un régime économique en voise de développement (Étude applicable au cas des tranports en Inde) — *P. C. Shukla.*
Rail International, 3-71, N.° 3, pág. 309-315.

C. D. U. 621.867.5 : 523.8

El aparato transportador electromagnético en procesos industriales automatizados — *Leo Brosch.*
AEG — Telefunken al dia, 1970, N.° 3, pág. 94-96.

C. D. U. 624.073

Analyse du comportement des Plaques Minces Radies Anisotropes — *H. Gachon.*
Annales do I. T. B. P., 7-8-971, N.° 283-284, pág. 36-99.

C. D. U. 624.131.54 : 518.3

A flexible program for automatic analysis of stability of slopes — *J. Martins, E. M. das Neves e F. C. de Melo.*
LNEC, Memória N.° 385, (1971).

C. D. U. 625.088 : 691.3

Pavimentos de hormigón en vias urbanas — *Rafael F. Sanchez; Alvaro G. Meseguer.*
Abril 1971, N.° 229, pág. 61-73.

C. D. U. 625.745

Autoroute de normandie A. 13: construction du viaduc d'incarville — *A. Loubeyre e outros.*
Annales de I. T. B. T. P., *24*, N.° 279 pág. 81-92, 3/71.

C. D. U. 627.7 : 622.349.5 (045) = 40

Modernisation de l'installation de traitement chimique do minerais d'uranium d'urgeiriça — *H. S. Pitch et al. LFEN, DOC 127* -

C. D. U. 629.032 : 537

L'extinction d'un propulseur a propergol solide par détente. Étude par analogie Électrique. — *Kling e Zimmer.*
O. N. E. R. A., 5-6-1969, N.° 130, pág. 17.

C. D. U. 629.13 : 621.3

Integrated - drive generator for aircraft accelerates trend toward less weight and longer life — *J. K. Taulbeé.*
Westingouse Engineer, 1-71, vol. 331, N.° 1, pág, 15-19.

C. D. U. 656.11 (673)

O Tráfego Rodoviário em Angola — *Esgalhado, M. M.*
Fomento (Lisboa) *9* (3): 217-226, 1971.

C. D. U. 658.5 : 621.311.23.44.002

Controle de planning de construction d'une unité thermique de haute puissance au moyen d'un planning pert modifié avec des éléments de planning gannt et sans le concours d'un ordinateur — *F. Huber.*
Energie, 4.° Trim. 70, N.° 193, pág. 155 - 161.

C. D. U. 661.185 : 541.183

Les surfactants — *A. Chwala, V. Anger.*
Endeavour,*30*, 1971, pág. 97.

C. D. U. 666.917.05

Aprovechamento del calor perdido en el horno rotatorio corto para la fabricación de clinker por via humeda — *Gerhard Muller.*
Cemento Hormigon, *42* (1971) 889.

C. D. U. 661.879 :6 62.349.5.622.7

Modernisation de l'installation de traitement quimique de minerais de uranium d'Urgeiriça — *Pitch, Santos; Elias; Alves; Conceição, Vieira.*
L. F. E. E. N., 1971, vol. 127,

C. D. U. 666.291.762 (682.5 - 18)

The Production of ceramic calours fran baddelegite from Phalaborwa, — *Taöber, A. e Schmidt, E. R.*
Mat. Beeild. Res. Inst. Bull., 1970, vol. 291, pág. 1-8.

C. D. U. 666.9 : 681.32

Condición del crudo por ordenador — *J. M. Sánchez Antón.*
Cemento Hormigon, *42* (10) (1971) 805.

C. D. U. 666.94

Aparatos y Dispositivos para la alimentación de los hornes rotatorios — *R. Münn.*
Cemento Hormigon, *42* (451) 1971, 815.

C. D. U. 669.112.221 (045) = 690

Solidificação de ligas ferrosas — *J. Mcuezes Vasconcelos*
Colada — Fundição, 10-70, vol. 3, N.° 45, pág. 550.

C. D. U. 669.295

Dosage des impuretés dans le titane et certains alliages de titane par spectographie de masse a étincelles — *Vidal, Galmard, Lanusse.*
O. N. E. R. A., 5-6-1969, N.° 130, pág. 27.

C. D. U. 691.32 : 721

El hormigon visto en la moderna arquitectura — Centro de orientación de Universidades Laborales de Valencia — *P. P. L. Lladó.*
Cemento Hormigon, *42* (1971) 917.

C. D. U. 697.71 : 621.365

Le chauffage életrique des immeubles (première partie) — *Voglaire F.*
Revue ACEC n.° 1 - 1971 : pp. 11 à 28.

C. D. U. 725.29

Edifício para serviços diversos dos T. A. P. — Aeroporto de Lisboa — *L. M. Fernandes Pinto e L. Catarino Tavares.*
Binário, N.° 153, (6-1971) 349.

C. D. U. 725.29 : 727.5

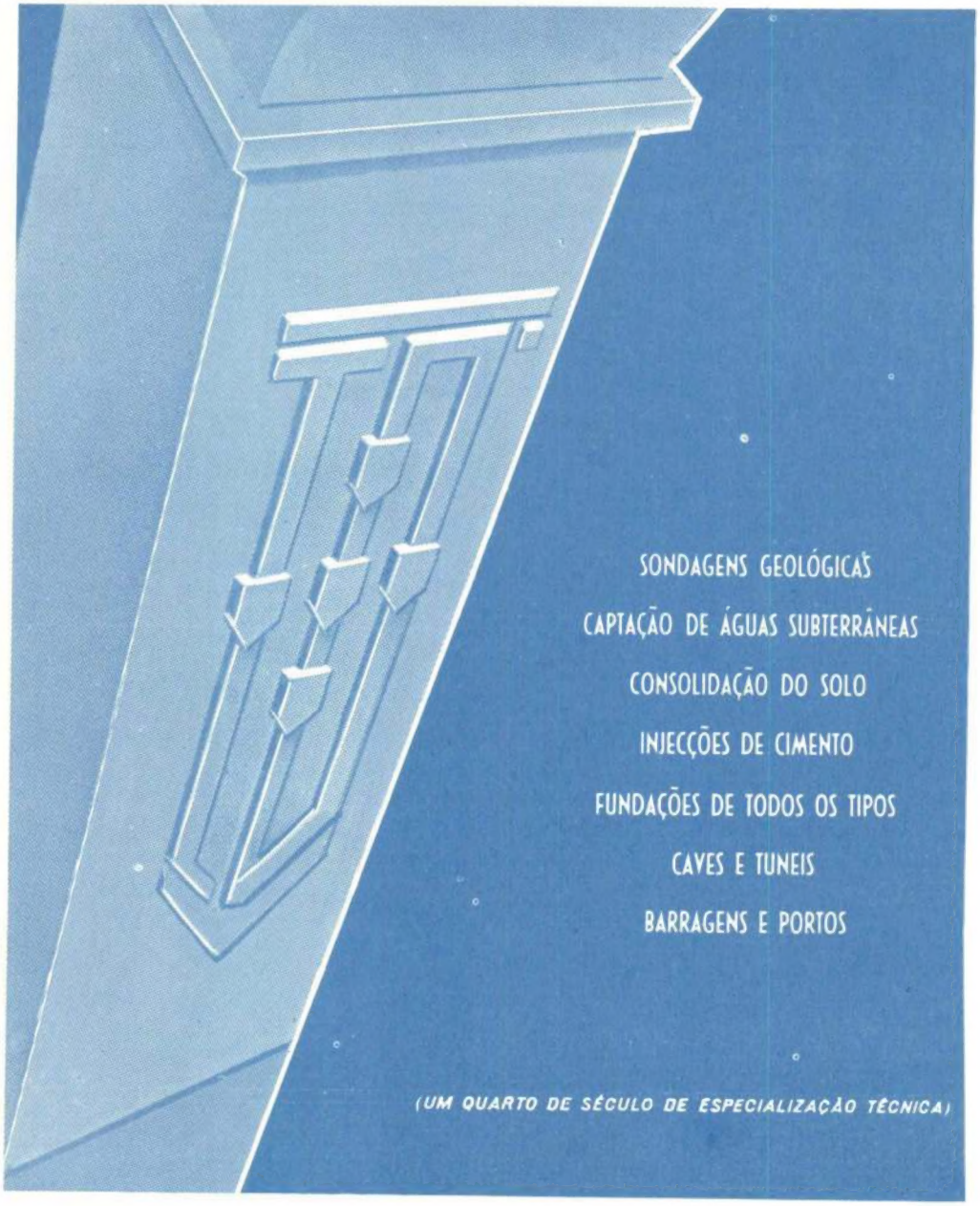
Edifício administrativo e laboratórios New Haven (E.U.A.) — *Marcel Brever e outros.*
Binário, N.° 153 (6-1971) 356.

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA



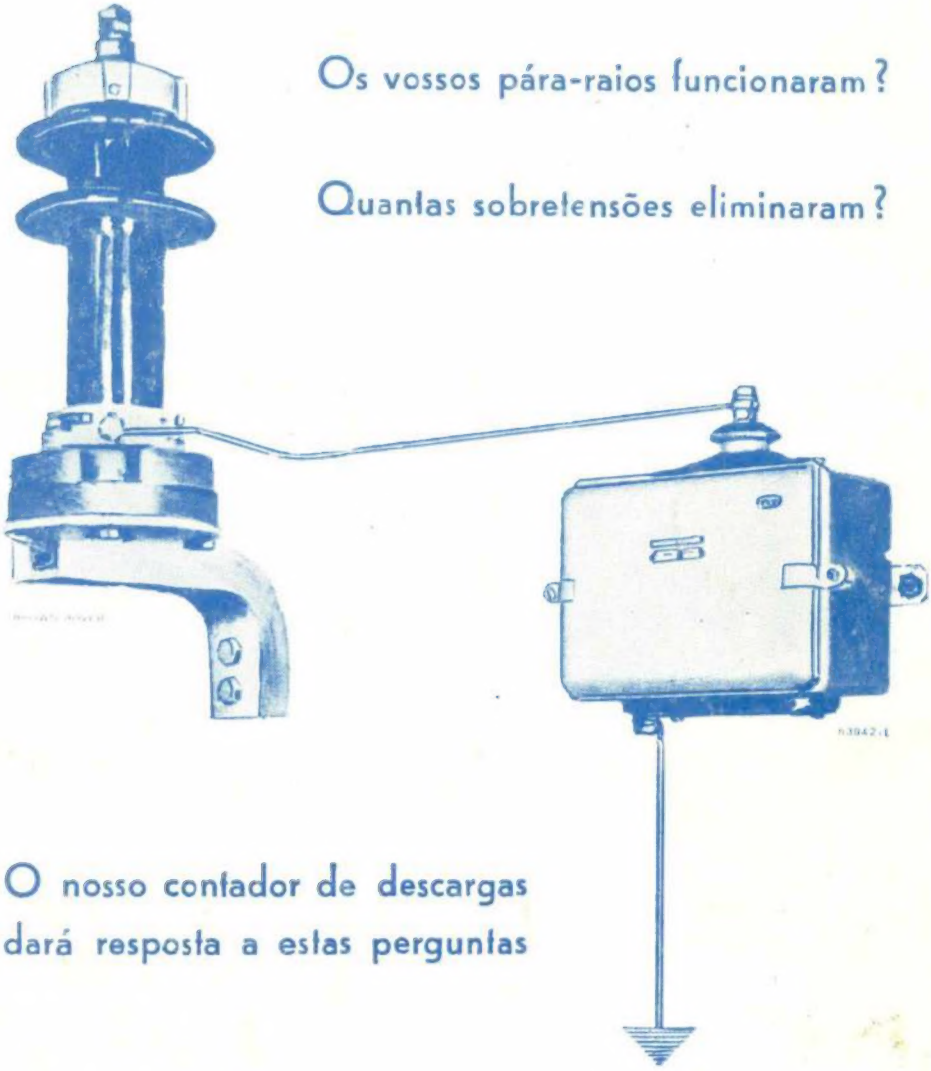
BROWN BOVERI

Pára-raios

Contadores de descargas

Os vossos pára-raios funcionaram?

Quantas sobretensões eliminaram?



O nosso contador de descargas dará resposta a estas perguntas

Para cada problema de protecção, os nossos Serviços Técnicos podem indicar a solução mais apropriada

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.

RUA DE SÁ DA BANDEIRA – 481-2.º TEL. 23411-PORTO